

HANDBUCH

der

INGENIEURWISSENSCHAFTEN

in vier Bänden.

Erster Band:

Vorarbeiten, Erd-, Strassen-, Grund- und Tunnelbau.

Herausgegeben

von

Edmund Heusinger von Waldegg.

Erste Abteilung.

Zweite vermehrte Auflage.

Leipzig

Verlag von Wilhelm Engelmann

1883.

Vorarbeiten,

Erd-, Strassen-, Grund- und Tunnelbau.

Handbuch der Ingenieurwissenschaften I. Band.

Erste Abteilung:

Vorarbeiten, Einfluss des Betriebes auf das Alignement, Erd- und Felsarbeiten, sowie Bauleitung.

Im Verein mit

R. Koch, E. Mackensen, Gust. Meyer und **R. Richard**

bearbeitet und herausgegeben von

Edmund Heusinger von Waldegg,

Oberingenieur in Hannover und Herausgeber des techn. Organs des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Mit 75 Holzschnitten,
vollständigem Sachregister und 16 lithographierten Tafeln.

Zweite vermehrte Auflage.

Leipzig

Verlag von Wilhelm Engelmann

1883.

Vorwort
zur zweiten Auflage.

Nach kaum dreijährigem Erscheinen sind vom 1. und 3. Bande unseres Handbuches der Ingenieurwissenschaften bereits neue Auflagen erforderlich geworden, während die 2. Abteilung des 4. Bandes (Baumaschinen) noch in der Bearbeitung sich befindet. Die bei dem 3. Bande bereits bewährte Einrichtung, die neue Auflage unsers Werkes in drei getrennten und für sich verkäuflichen Abteilungen erscheinen zu lassen, wurde auch für die zweite Auflage des 1. Bandes angenommen und dabei die Verteilung des Stoffes in folgender Weise angeordnet, so dass jede Abteilung ein in sich abgeschlossenes Ganzes bildet.

Die hier vorliegende erste Abteilung behandelt: Vorarbeiten, Einfluss des Betriebes auf das Alignement, Erd- und Felsarbeiten, sowie Bauleitung.

Die Anfang 1884 erscheinende zweite Abteilung wird enthalten: Konstruktion der Stütz- und Futtermauern, Strassen- und Grundbau; während die dritte Abteilung den Tunnelbau und ein neues Kapitel über die bei dem Eisenbahn- und Strassen-Bau so wichtigen Bodenbewegungen, sowohl die natürlichen Terrainbewegungen als auch die Einschnitts- und Dammrutschungen, umfassen wird, enthalten soll.

Die einzelnen Kapitel wurden bei der neuen Auflage gründlich revidiert und den in den verschiedenen Zweigen gemachten Fortschritten gemäss verbessert, sowie auch der Text dieser ersten Abteilung um mehrere

Druckbogen und 3 Holzschnittfiguren vermehrt wurde; namentlich erhielten das I. Kapitel durch die Aufnahme der neueren gesetzlichen Bestimmungen für den Bau und die Ausrüstung der Haupt- und Sekundärbahnen Deutschlands, ferner durch die Mitteilung des jetzt bei Staats- und Privatbahnen Deutschlands allgemein eingeführten Normal-Buchungsformulars (dem entsprechend auch alle Veranschlagungs-Titel abgeändert wurden), sowie durch den Abdruck eines der Praxis entnommenen mustergültigen Erläuterungsberichts zu einer in der Ausführung begriffenen Sekundärbahn, nebst detailliertem Kostenanschlag ganz wesentliche Erweiterungen. Das III. Kapitel hat verschiedene Zusätze über neuere Erfahrungen beim Erdtransport und durch Mitteilung von neueren bewährten Konstruktionen von Seitenkippern etc. erhalten.

Hannover, im Juli 1883.

Edm. Heusinger von Waldegg.

Handbuch

über

Vorarbeiten, Erd-, Strassen-, Grund- und Tunnelbau.

Übersicht des Inhalts der einzelnen Kapitel.

Erste Abteilung.

I. **Vorarbeiten für Eisenbahnen.** Von R. Richard, Abteilungs-Baumeister in Suhl, und E. Mackensen, Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor in Köln.

II. **Einfluss des Betriebes auf das Alignement.** Von R. Koch, Chef der Sektion für Eisenbahn-Betrieb im königl. serbischen Bauten-Ministerium in Belgrad.

III. **Ausführung der Erd- und Felsarbeiten.** Von Gustav Meyer, Bau-Inspektor a. D. in Berlin.

IV. **Bauleitung.** Von demselben.

Zweite Abteilung.

V. **Konstruktion der Stütz- und Futtermauern.** Von E. Häseler, Professor an der technischen Hochschule in Braunschweig.

VI. **Strassenbau.** Von F. Laissle, Professor an der technischen Hochschule in Stuttgart.

VII. **Grundbau.** Von Gustav Meyer, Bau-Inspektor a. D. in Berlin.

Dritte Abteilung.

VIII. **Tunnelbau.** Von E. Mackensen, Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor in Köln, und R. Richard, Abteilungs-Baumeister in Suhl.

IX. **Bodenbewegungen.** Von Gustav Meyer, Bau-Inspektor a. D. in Berlin.

Berichtigung.

Auf Seite 1 ist in der Überschrift zu lesen: mit Zeichnungstafeln I—VIII, statt I—VII.

Inhalts-Verzeichnis.

C. Spezielle Vorarbeiten.



D. Gesetzliche oder ministerielle Bestimmungen für Vorarbeiten von Eisenbahnen in verschiedenen Ländern.

II. Kapitel.

Einfluss des Betriebes auf das Alignement.

Bearbeitet von R. Koch, Chef der Sektion für Eisenbahn-Betrieb im kgl. serbischen Bauten-Ministerium zu Belgrad.

(Hierzu Tafel IX und X und 1 Holzschnitt.)

III. Kapitel.

Ausführung der Erd- und Felsarbeiten.

Bearbeitet von Gustav Meyer, Bauinspektor a. D. in Berlin.

(Hierzu Tafel XI bis XV und 19 Holzschnitte.)

IV. Kapitel.

Bauleitung.

Bearbeitet von Gustav Meyer, Bauinspektor a. D. in Berlin.

(Hierzu Tafel XVI.)



I. Kapitel.

Vorarbeiten für Eisenbahnen.

Bearbeitet von

R. Richard, und **E. Mackensen,**

Abteilungs-Baumeister der Neubaustrecke Erfurt-Grimmenthal-Ritschenhausen in Suhl.

Eisenbahn-Bau- und Betrieb.-Inspektor in Köln.

(Hierzu die Zeichnungstafeln I bis VII.)

---

§ 1. Einleitung. Die Vorarbeiten für Eisenbahnen umfassen alle Erhebungen, Vermessungs- und Projektierungsarbeiten, welche der Ausführung einer Bahnanlage vorhergehen müssen. Ihr Einfluſs erstreckt sich nicht nur auf die Höhe der Anlagekosten, er macht sich vielmehr auch in hervorragendem Maſse auf die Höhe der Betriebskosten einer Bahn geltend. Die Vorarbeiten sind daher für das Gedeihen eines Bahnunternehmens von gröſster Bedeutung, die in neuerer Zeit mehr noch als früher in den Vordergrund tritt, nachdem die verkehrsreicheren Linien zum gröſsten Teile bereits ausgebaut sind und es sich vorwiegend noch um die Anlage von Bahnen handelt, deren Rentabilität weniger gesichert erscheint.

Während die vorhandenen Bahnen Deutschlands alle mehr oder weniger in groſsem Stile erbaut wurden, gilt es bei den neuen Anlagen, den bestehenden Verhältnissen sich aufs engste anzupassen, die Gröſse des Verkehrs mit möglichster Sicherheit vorher zu ermitteln, daraus die zu erwartenden Einnahmen, ebenso die notwendigen Ausgaben zu berechnen und auf Grund des sich hiernach ergebenden wahrscheinlichen Reinertrags festzustellen, wie groſs das im Maximum aufzuwendende Anlagekapital sein darf, damit seine Verzinsung gesichert sei. Eine neue Bahn ist dann in solcher Weise zu projektieren und herzustellen, daſs das verfügbare Kapital thatsächlich ausreicht und die Betriebskosten die angenommene Höhe nicht überschreiten.

Alle diese Verhältnisse für einen gegebenen Fall klar zu stellen, ist Sache der Vorarbeiten. Dieselben haben danach sowohl kommerzielle als auch technische Fragen zu behandeln und lassen sich dementsprechend einteilen in kommerzielle und technische.

Es ist speciell die Aufgabe der kommerziellen Vorarbeiten, die vermutlichen Einnahmen der betreffenden Bahn zu ermitteln und dabei von vornherein die verschiedensten möglichen Richtungen ins Auge zu fassen, um schlieſslich zu der Überzeugung kommen zu können, daſs das Unternehmen rentabel sein wird, wenn die Bahn die und die Ortschaften berührt und das dazu nötige Anlagekapital eine gewisse Summe nicht überschreitet.

Nach Feststellung der zu berührenden Ortschaften und des aufwendbaren Baukapitals ist es dann Aufgabe der technischen Vorarbeiten:

1. die günstigste Lage und die Richtung einer Bahn in Bezug auf Bau- und Betriebskosten zwischen den gegebenen Orten in engeren Grenzen aufzusuchen und alle diejenigen Aufnahmen und Erhebungen anzustellen, welche genügendes Material liefern, diese Kosten einigermafsen sicher überschläglich berechnen zu können, um danach ein Urteil über die Lebensfähigkeit des Unternehmens zu gewinnen.
2. Im Falle letzteres bejahend ausfällt, die Lage der Linie genau festzulegen, das Projekt für die Bauausführung im Detail auszuarbeiten und einen specifizierten Kostenanschlag anzufertigen.

Die technischen Vorarbeiten teilt man bezugnehmend auf die an sie gestellten Anforderungen ein in generelle und specielle, wobei die unter 1. aufgeführten Arbeiten den generellen, die unter 2. aufgeführten den speciellen Vorarbeiten zufallen.

Von wesentlichem Einflufs auf die Kosten einer Bahnanlage ist der Charakter derselben in Bezug auf bauliche Ausstattung. Wie bei den Landwegen von den Chausseen bis zum Feldwege eine Reihe von Abstufungen stattfindet, so wird auch von der dem Weltverkehr dienenden Eisenbahn mit einem Anlagekapital von 400000 M. und mehr pro Kilometer ein allmählicher Übergang zu der billigen 40000 M. und weniger pro Kilometer kostenden Lokalbahn vorhanden sein müssen. Eine specielle Rangskala, in welche jede einzelne Bahn in einen bestimmten Platz eingereiht werden könnte, läfst sich allerdings nicht wohl aufstellen. Immerhin sind jedoch gröfsere Klassen von Bahnen zu unterscheiden, welche unter einander wesentliche Unterschiede zeigen, und welche in gewissen Grenzen ein allgemeines Urteil auf die Anlagekosten der Bahn, sowie deren Leistungsfähigkeit und Betriebsweise gestatten.

Im grofsen und ganzen unterscheidet man Hauptbahnen und Sekundärbahnen oder Bahnen untergeordneter Bedeutung. Unter den Hauptbahnen macht man einen Unterschied zwischen solchen ersten und zweiten Ranges, — bei den Sekundärbahnen unterscheidet man Bahnen mit normaler und solche mit schmaler Spur.

Als Hauptbahnen ersten Ranges pflegt man solche zu bezeichnen, welche den grofsen Verkehr, den Weltverkehr vermitteln. Sie müssen ihrer ganzen Anlage und Ausrüstung nach geeignet sein, den gröfsten Anforderungen in Bezug auf Massentransporte von Gütern und Personen in kürzester Zeit und hinsichtlich der letzteren in bequemster Weise zu genügen.

Bei der Anlage von Hauptbahnen ersten Ranges treten die lokalen Interessen in den Hintergrund. Umwege, selbst wenn man die Berührung gröfserer Ortschaften dadurch aufgeben müfste, werden thunlichst vermieden, und zieht man in solchen Fällen vor, diese durch Zweigbahnen anzuschliefsen, um den durchgehenden Verkehr nicht zu beeinträchtigen. Der bauliche Charakter solcher Bahnen ist ein monumentaler. Alle Bauwerke werden auf das solideste ausgeführt, starke Steigungen und scharfe Kurven werden möglichst vermieden; die Bahnhofsanlagen erhalten oft selbst unter den gröfsten Geldopfern weite Ausdehnung; ebenso werden bei Ausrüstung dieser Bahnen mit Betriebsmitteln keine Kosten gescheut, um allen Anforderungen zu genügen.

Als Beispiele für Bahnen ersten Ranges sind die Köln-Mindener Hauptbahn, Köln-Aachen, Köln-Mainz, Köln-Trier, Berlin-Hannover, Hagen-Elberfeld-Aachen, Hamburg-Kassel etc. zu nennen.

Im Gegensatz zu den Bahnen ersten Ranges, die ihre Einnahmen hauptsächlich aus dem Weltverkehr erwarten, sind die Hauptbahnen zweiten Ranges mehr auf den gröfseren lokalen Verkehr angewiesen. Umwege, welche gröfsere Ortschaften und Etablissements heranziehen sollen, sind hier eher zulässig und sind stärkere Steigungen und Krümmungen bei den meistens schwächeren Zügen und bei geringerer Geschwindigkeit derselben nicht so nachteilig. Die Bahnhofsanlagen und die Betriebsmittel werden auf das Notwendige beschränkt und sind naturgemäfs weit geringer als die der Bahnen ersten Ranges.

Als Beispiele für diese Klasse von Bahnen mögen die Oldenburger Bahnen, ferner Herford-Detmold, Duisburg-Quakenbrück, Wittenberge-Buchholz, Leipzig-Döbeln-Dresden u. s. w. aufgeführt werden.

Die Sekundärbahnen oder Bahnen untergeordneter Bedeutung sollen dazu dienen, weniger volkreiche Gegenden, gröfsere Etablissements, Bergwerke u. s. w., welche von den Hauptbahnen nicht berührt werden, mit diesen zu verbinden. Bei der Herstellung solcher Bahnen kommt es vor allem auf ein Minimum der Anlagekosten an, und kann es sich dabei in vielen Fällen sogar als zweckmäfsig erweisen, auf die Vorteile, welche das Übergehen der Fahrbetriebsmittel von der Hauptbahn auf die Sekundärbahn und umgekehrt gewährt, zu verzichten und eine geringere Spurweite als die normale zur Anwendung zu bringen. Unter der Voraussetzung einer gesetzlich fixierten geringeren Geschwindigkeit und bei gleichzeitiger Anbringung eines beim Fahren in Funktion zu setzenden Läutewerkes dürfen sekundäre Bahnen mit Lokomotiven befahren werden, ohne dafs die Wegeübergänge durch besondere Wärter besetzt sind. Durch diese und andere Erleichterungen, mehr noch durch die Möglichkeit, bei der geringeren Schwere und Geschwindigkeit der Züge und bei dem kurzen Radstande der in Anwendung kommenden Lokomotiven, leichteren Oberbau herstellen und stärkere Steigungen und schärfere Kurven anwenden zu können, werden die Kosten des Baues und Betriebes solcher Bahnen gegenüber den Hauptbahnen erheblich vermindert.

Bis vor wenigen Jahren schenkte man in Deutschland den Bahnen untergeordneter Bedeutung nur geringe Beachtung. Erst in neuerer Zeit findet die hohe volkswirtschaftliche Bedeutung dieser billig zu bauenden und zu betreibenden Bahnen allgemeinere Anerkennung. Namentlich hat der Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen sich der Frage der sekundären Bahnen angenommen und in neuester Zeit die bereits im Jahre 1869 festgestellten Grundzüge für die Gestaltung der letzteren neu bearbeitet. Es werden in diesem Entwurfe die sekundären Bahnen mit normaler Spurweite nochmals in zwei Klassen getrennt und zwar:

1. in solche, welche an die Hauptbahnen anschliefsen und auf denen eine gröfsere Geschwindigkeit bis 40 km per Stunde zugelassen werden soll,
2. in solche, auf denen die Fahrgeschwindigkeit 15 km per Stunde nicht überschreiten soll.

Seit dem 12. Juni 1878 gilt in Deutschland „die Bahnordnung für deutsche Bahnen untergeordneter Bedeutung." Dieselbe trifft Bestimmungen über den Zustand der Bahn, über Einrichtung und Zustand der Betriebsmittel, über Einrichtungen und Mafsregeln für die Handhabung des Betriebes, über Signalwesen und anderes. Geschwindigkeiten über 30 km in der Stunde sind danach nicht gestattet; bei mehr als 15 km Geschwindigkeit ist eine Bewachung der Niveauübergänge erforderlich.

In unsere Abhandlung haben wir die wichtigsten Bestimmungen aus diesem Entwurfe aufgenommen.

Indem wir zur Besprechung der eigentlichen Vorarbeiten zurückkehren, heben wir hervor, dafs, nachdem der die Vorarbeiten leitende Ingenieur nach Mafsgabe des Verkehrs und des aus demselben sich ergebenden Anlagekapitals, sowie nach den Terrainverhältnissen und sonstigen Erwägungen die Wahl unter den verschiedenen Klassen von Bahnen getroffen hat, er seiner Wahl entsprechend unter Berücksichtigung aller einschlagenden Verhältnisse die wichtigeren Normen für die Ausführung der Vorarbeiten festsetzen wird, soweit die in Betracht kommenden gesetzlichen Bestimmungen[1]) hierbei einen Spielraum gewähren. Dahin gehören die Bestimmungen über die zulässigen Steigungs- und Krümmungsverhältnisse, über die Schwere und Geschwindigkeit der Züge, die Leistungsfähigkeit der Lokomotiven, die Stärke des Oberbaues, die Entscheidung der Frage, ob die Bahn eingleisig oder zweigleisig zu erbauen ist u. s. w.

Die Höhenlage der zu berührenden Orte untereinander wird ihm dabei zu Annahmen in Bezug auf die Steigungs- und Krümmungsverhältnisse Anhaltpunkte geben. Der zu erwartende Verkehr läfst auf die Schwere und die Geschwindigkeit der zu bewegenden Züge schliefsen. Diese in Verbindung mit den Steigungs- und Krümmungsverhältnissen bestimmen die erforderliche Leistungsfähigkeit der Lokomotiven und die Geschwindigkeit der Züge, sowie die Stärke des Oberbaues u. s. f. Alle diese Bestimmungen sind in möglichst präziser Form in einem Programm zusammenzustellen, sodafs sie für die Ausführung der Vorarbeiten mafsgebend sein können und die danach aufgesuchte Linie unter den gegebenen Umständen die vorteilhafteste ist.

In unserer Abhandlung gehen wir näher auf die Erwägungen bei Aufstellung des Programmes ein. Wir wollen hier nur noch bemerken, dafs, soweit dieselben sich auf die Leistungsfähigkeit der Lokomotiven, auf die Steigungs- und Krümmungsverhältnisse, die Geschwindigkeit der Züge und auf die Kosten des Betriebes erstrecken, wir im wesentlichen auf die Ausführungen des Kapitels II dieses Handbuches Bezug nehmen.

Da das Programm aufser von den Verkehrsverhältnissen namentlich von der Terrainbildung abhängig ist, so müssen selbstverständlich der Bearbeitung desselben Studien und Aufnahmen des Terrains voraufgehen, es mufs daher ein Teil der eigentlichen generellen Vorarbeiten erst vorweg geschehen.

Wo mehrere Linien für eine Bahnanlage in Frage kommen, werden häufig für die einzelnen Richtungen verschiedene solcher Programme notwendig; die Bearbeitung der einzelnen Linien und der Vergleich der sich aus derselben ergebenden Bau- und Betriebskosten wird dann die Wahl der einen oder anderen Linie entscheiden.

Mit der Beendigung der generellen Vorarbeiten müssen alle Zweifel sowohl in Bezug auf die Länge der Bahn in engeren Grenzen, als auf die ganze Anordnung der Bahnanlage gehoben sein, so dafs die speciellen Vorarbeiten innerhalb ganz bestimmter Grenzen in eingehender Weise an der Hand der gewonnenen Resultate ausgeführt werden können, und man sich überzeugt halten darf, dafs die schliefslich festgelegte Linie unter den gegebenen Verhältnissen in der Summe der Bau- und kapitalisierten Betriebskosten ein Minimum ergiebt.

[1]) Für Deutschland kommen hier in Betracht: 1. Normen für die Konstruktion und Ausrüstung der Eisenbahnen Deutschlands vom 12. Juni 1878. 2. Bahnpolizei-Reglement für die Eisenbahnen Deutschlands vom 4. Januar 1875, mit Abänderungen vom 12. Juni 1878 und 17. Mai 1881. 3. Bahnordnung für deutsche Eisenbahnen untergeordneter Bedeutung vom 12. Juni 1878.



Wir werden in der folgenden Abhandlung die einzelnen Arbeiten möglichst in der Reihenfolge, wie sie in der Praxis vorkommen, nach einander besprechen und lassen zum Schlusse derselben eine Reihe gesetzlicher Bestimmungen über die Vorarbeiten für Eisenbahnen im allgemeinen und über die Einrichtungen der Bahnhöfe und Haltestellen folgen.

I. Kommerzielle Tracierung.

§ 2. Untersuchungen über die Gröfse des zu erwartenden Verkehrs und daraus folgende Bedingungen für die Rentabilität einer Bahn. Da der Bau einer Bahn in allen Fällen, in denen nicht militärische oder aber volkswirtschaftliche Rücksichten besonderer Art allein ausschlaggebend sind, als ein die Nutzbarmachung von Nationalvermögen bezweckendes und somit in gewissem Sinne als ein kaufmännisches Unternehmen betrachtet werden mufs, so ist es unbedingt notwendig, unter Annahme der als Minimum verlangten Verzinsung das Maximum des aufwendbaren Bau- und Betriebskapitals von vornherein zu bestimmen.

Es handelt sich dabei zunächst darum, die vermutlichen Einnahmen resp. die Gröfse des vermutlichen lokalen und direkten, sowie auch des etwaigen Durchgangsverkehrs festzustellen.

Der lokale und direkte Verkehr*) steht selbstverständlich in engem Zusammenhange mit den lokalen Verhältnissen und wird ganz durch dieselben beherrscht, während der Transitverkehr von der Lage der zu bauenden Bahn in Bezug auf das umliegende Bahnnetz, von etwaigen Abschneidungen bestehender Routen u. s. w. abhängt.

1. Lokaler und direkter Verkehr.

Bei Berechnung des vermutlichen lokalen und direkten Verkehres aus den lokalen Verhältnissen wird häufig der ermittelte Landstrafsenverkehr, mit Berücksichtigung der erfahrungsmäfsig nach jeder Bahnanlage erfolgten Steigerung desselben als Mafsstab angenommen werden. Die dazu nötigen Daten wird man aus den Handelskammerberichten der letzten Jahre, durch Erkundigung sowohl bei Verwaltungs- und Steuerbehörden als bei erfahrenen und ortskundigen Leuten, sowie bei Besitzern gröfserer Etablissements sich verschaffen können. Wir bemerken jedoch, dafs während das Aufsuchen der Daten aus den offiziellen Berichten mühselig und zeitraubend ist, die von Privaten eingezogenen Angaben meistens nur mit der gröfsten Vorsicht benutzt werden können, da sie vielfach durch persönliches Interesse beeinflufst werden. Diese Art der Ermittelung des vermutlichen Verkehrs auf der Bahn ist daher nicht nur mühselig, sondern häufig auch sehr unzuverlässig. Dazu kommt noch, dafs die durch den Bahnbau in Rechnung zu ziehende Steigerung oft nicht nur ganz ausbleibt, vielmehr bei einigermafsen schlecht situierten Bahnanlagen nicht einmal der vorhandene Landstrafsenverkehr der Bahn ganz zu Gute kommt.

Schnelle und sogar wahrscheinlichere Resultate werden durch eine blofse Schätzung nach den Betriebsergebnissen von Bahnen in ähnlicher Gegend erhalten. Dies veranlafste den französischen Ingenieur Jules Michel, die Ermittelung des lokalen Verkehrs resp. der zu erwartenden Einnahmen für eine neu zu erbauende Bahn durch Vergleich derselben mit Bahnen in ähnlichen Verhältnissen näher ins Auge zu fassen, und ge-

*) Unter direktem Verkehr versteht man denjenigen, welcher zwischen den Stationen einer Bahn mit Stationen anderer Bahnen besteht, während unter Lokalverkehr lediglich der Verkehr der Stationen einer und derselben Bahn untereinander verstanden wird.

langte derselbe dabei zu sehr interessanten Resultaten, welche er in einem Aufsatze „Sur le Trafic probable des chemins de fer d'intérêt local“ in den Annales des ponts et chaussées Mars et Avril 1868 veröffentlicht hat.

Michel ging bei seinen Untersuchungen, die er auf einen grofsen Teil der bestehenden französischen Bahnen ausdehnte, von der Idee aus, dafs der Verkehr in engem Zusammenhange mit der Bevölkerungszahl stehen müsse, und fand diese Meinung nicht allein bestätigt, sondern kam, wie aus den nachstehenden Tabellen No. I und II zu ersehen ist, zu der interessanten Thatsache, dafs die Frequenz einer Bahn in direktem Verhältnisse zu der Einwohnerzahl der Stationsorte steht.

Bei der Berechnung seiner Tabellen hat Michel nur diejenigen Stationsorte gewählt, welche sich zur Erzielung von brauchbaren Mittelwerten eignen konnten. Die gröfseren Städte wie Paris, Bordeaux u. s. w. mit ihren Vorstädten, Abzweigstationen, ferner Mittelpunkte besonders hervorragender Industrie blieben ausgeschlossen, ebenso kleinere Orte unter 1000 Einwohner, die nur ihrer Nachbarorte wegen eine Station erhielten. Was die letzteren betrifft, so werden wir weiter unten Gelegenheit nehmen, hierauf näher zurückzukommen.

Tabelle I.

Übersicht der Betriebs-Resultate französischer Bahnen vom Jahre 1866.

Bezeichnung der Bahnstrecken.	Einwohnerzahl.	Zahl der abgehenden Reisenden. Personen.	Reisende pro Kopf der Einwohner.	Halbe Summe der angekommenen und abgegangenen Güter. Tonnen.	Tonnen Güter pro Kopf der Einwohner.	Bemerkungen.
Creil-Amiens	22 500	175 600	7,80			Die Statistik der Nordbahn enthält keine Angaben über die beförderten Güter.
Amiens-Douai	13 200	121 700	9,30			
Douai - {Lille / Valenciennes	19 200	147 200	7,70			
Amiens-Boulogne	39 800	232 100	5,80			
Lille-Dünkirchen	69 500	445 200	6,40			
Creil-Beauvais	25 600	175 200	6,80			
Creil-Erqueline	80 100	490 900	6,10			
Tergnier-Laon	15 400	127 800	8,30			
Busigny-Lomain	39 700	199 700	6,00			
Im ganzen für die Nordbahn	325 000	2 165 400	6,70			
Nancy-Forbach	97 300	562 200	5,80	204 200	2,10	a. Industrielle Gegend.
Epernay-{Reims / Soissons (a)	37 000	437 300	11,80	144 700	3,90	
Meziéres-Thionville	30 500	239 000	7,80	54 500	1,80	
Nancy-Gray	26 400	153 200	5,80	74 700	2,80	
Paris-Mühlhausen (a)	52 000	465 200	8,90	168 700	3,20	
Strafsburg-Basel	74 500	587 500	7,90	69 500	1,30	
Strafsburg-Weifsenburg	17 000	108 100	6,40	13 400	0,80	
Im ganzen für die Ostbahn	547 400	4 178 400	7,70	1 141 100	2,10	
Rouen-Havre-Dieppe	163 900	1 156 500	7,10	350 400	2,10	
Caen-Cherbourg	92 900	602 800	6,50	215 400	2,30	
Elbeuf-Honfleur Trouville	44 800	426 200	9,50	58 700	1,30	
Paris-le Mans	41 300	325 900	7,90	155 400	3,80	
le Mans-Rennes	48 700	203 600	4,20	147 900	3,00	
le Mans-Mezidon-Falaise	34 500	200 000	5,80	70 650	2,00	
Rennes-Redon	12 600	45 000	3,60	17 850	1,40	
Im ganzen für die Westbahn	438 700	2 970 000	6,80	1 016 800	2,30	

Bezeichnung der Bahnstrecken.	Einwohnerzahl.	Zahl der abgehenden Reisenden. Personen.	Reisende pro Kopf der Einwohner.	Halbe Summe der angekommenen und abgegangenen Güter. Tonnen.	Tonnen Güter pro Kopf der Einwohner.	Bemerkungen.
Paris-Dijon	51 700	374 600	7,20	142 250	2,70	
Dijon-Lyon (a)	65 600	800 400	12,20	205 650	3,10	a. Weinbautreibende Gegend.
Lyon-Marseille	187 000	799 100	4,30	443 600	2,40	
Marseille-Toulon	40 700	264 800	6,60	76 200	1,90	
Laroche-Auxerre	19 200	99 700	5,20	27 200	1,40	
Dijon-Belfort (b)	17 500	179 600	10,20	45 500	2,60	b. Industrielle Gegend.
Auxonne-Pontarlier-Lons-le Saulnier	39 100	257 600	6,60	102 950	2,60	
Lyon-Genf	38 600	309 400	8,00	49 600	1,30	
Moret-Roanne	98 400	462 800	4,70	175 900	1,80	
St. Germain-Langsac	80 900	469 900	5,80	75 050	1,80	
Tarascon-Cette (c)	154 200	809 900	5,20	428 400	3,00	c. Weinbautreibende Gegend.
Im ganzen für die Mittelmeerbahn	792 900	4 826 800	6,10	1 772 300	2,20	
Bordeaux-Agen	49 800	379 000	7,60	62 050	1,20	
Agen-Toulouse	27 500	109 500	4,00	24 000	0,90	
Toulouse-Carcassonne	34 300	173 300	5,00	61 500	1,80	
Carcassonne-Cette (a)	14 500	113 200	7,80	54 200	3,70	a. Ausschliefslich weinbautreibende Gegend.
Toulouse-Montrigan	18 500	117 600	6,40	12 450	0,70	
Narbon-Perpignan (a)	36 700	155 100	4,20	86 300	2,40	
Béziers-Graissesac	14 000	88 500	6,10	21 950	1,60	
St. Simon-Foix	29 400	110 700	3,80	36 150	1,20	
Morceux-Bagnéres	29 900	136 900	4,60	27 450	0,90	
Im ganzen für die Südbahn	254 600	1 383 800	5,50	38 600	1,50	

Tabelle II.

Zusammenstellung der Resultate der vorstehenden Tabelle I.[*])

Ostbahn	547 400	4 178 400	7,70	1 141 100	2,10
Westbahn	438 700	2 970 000	6,80	1 016 800	2,30
Mittelmeerbahn	792 900	4 826 800	6,10	1 772 300	2,20
Südbahn	254 600	1 383 800	5,50	38 600	1,50
Totalsumme und Hauptdurchschnitt	2 033 600	13 359 000	6,50	4 315 700	2,10

Aus den vorstehenden Tabellen geht nun hervor, dafs in Frankreich auf jeden Einwohner der Stationsorte im Jahre 4 bis 9, im Mittel 6,5 Passagiere und 1,4 bis 3, im Mittel 2,1 Tonnen Güter entfallen, und zwar geben die ackerbautreibenden Gegenden die geringere, die dichter bevölkerten Industrie- und Weinbaugegenden den gröfseren Verkehr.

Bei Benutzung obiger für die mittleren Verhältnisse geltenden Resultate mufs noch für jeden bestimmten Fall Rücksicht genommen werden auf die besonderen Verhältnisse der einzelnen Ortschaften, die durch industrielle Etablissements oder durch Schiffsverkehr u. s. w. günstig auf den Verkehr wirken können. Andererseits sind etwaige Abzweigstationen nur mit einem nach den lokalen Verhältnissen abzuschätzenden Teile ihrer Einwohnerzahl in Rechnung zu ziehen.

Wir haben ähnliche Untersuchungen für deutsche Bahnen angestellt, und diesen die Jahresberichte der betreffenden Bahnen für das Jahr 1874 zu Grunde gelegt. Wie

[*]) Die Resultate der Nordbahn sind weggelassen, da die Güter darin nicht aufgenommen sind.

Michel haben auch wir die Stationsorte, bei welchen abnorme Verhältnisse existieren, ausgeschlossen, jedoch haben wir es für zweckmäſsig gehalten, die kleinen Stationsorte nicht unberücksichtigt zu lassen, sondern bei der Aufstellung eine Trennung der Stationen nach ihrer Einwohnerzahl vorzunehmen. Hierdurch ist man in den Stand gesetzt, den Einfluſs zu erkennen, welchen die Nachbarorte und das Hinterland auf die kleinen Stationsorte ausüben, und kann man dementsprechend bei der Berechnung die Nachbarorte und das Hinterland präziser in Rechnung ziehen, als bei Benutzung des allgemeinen Mittelwerts der Fall sein würde.

In den nachfolgenden Tabellen III, IV und V haben wir die Resultate dieser Untersuchungen zusammengestellt.

Tabelle III.

Zusammenstellung der Verkehrsverhältnisse verschiedener Bahnstrecken nach der Einwohnerzahl der Stationsorte vom Jahre 1874.

Lauf. Nummer.	Einwohnerzahl der Stationsorte.	Summe der für den Personen-Verkehr in Rechnung kommenden Einwohner der Stationsorte.	Abgegangene Personen.	Reisende pro Kopf der Einwohner.	Halbe Summe der angekommenen und abgegangenen Güter. (Tonnen.)	Tonnen Güter pro Kopf der Einwohner.	Summe der für den Güterverkehr in Rechnung kommenden Einwohner der Stationsorte.	Bemerkungen.
	A. Hannoversche Staatsbahn.							
	1. Strecke Minden-Braunschweig.							
1	bis 500	250	19 700	79,05	30 478	121,90	250	Die Betriebseröffnung erfolgte in den Jahren 1844 u. 1847.
2	500 „ 1000	1 630	67 500	41,40	22 938	14,05	1 630	
3	1000 „ 2000	2 700	81 550	30,25	22 263	8,25	2 700	
4	2000 „ 5000	14 200	304 100	21,40	146 613	10,05	14 200	
5	5000 und mehr	20 800	226 400	10,90	66 273	3,20	20 800	
	Summe und Durchschnitt	39 580	698 950	17,65	288 565	7,30	39 580	
	2. Strecke Kassel-Hannover.							
1	bis 500	2 000	118 700	59,35	12 848	6,45	2 000	Die Betriebseröffnung erfolgte im Jahre 1856.
2	500 „ 1000	4 050	141 700	35,00	34 768	8,60	4 050	
3	1000 „ 2000	11 910	244 350	20,05	88 443	8,70	10 380	
4	2000 „ 5000	21 080	329 350	15,65	110 745	5,25	21 080	
5	5000 und mehr	21 200	314 750	14,85	63 193	3,00	21 200	
	Summe und Durchschnitt	60 240	1 148 850	19,05	309 997	5,30	58 710	
	3. Strecke Hannover-Harburg.							
1	bis 500	1 600	49 600	31,00	4 783	3,00	1 600	Die Betriebseröffnung erfolgte im Jahre 1847.
2	500 „ 1000	1 450	67 800	47,50	18 010	12,40	1 450	
3	1000 „ 2000	3 230	44 000	13,60	8 218	2,55	3 230	
4	2000 „ 5000	2 730	36 800	13,30	9 585	3,50	2 730	
5	5000 und mehr	19 500	103 050	5,30	34 478	1,75	19 500	
	Summe und Durchschnitt	28 510	301 250	10,55	75 074	2,60	28 510	
	4. Strecke Wunstorf-Bremen.							
1	bis 500	940	81 150	91,65	14 413	21,85	660	Die Betriebseröffnung erfolgte in den Jahren 1847 u. 1862.
2	500 „ 1000	3 930	189 450	48,20	24 998	7,40	3 390	
3	1000 „ 2000	4 120	149 350	36,25	21 193	8,75	2 420	
4	2000 „ 5000	8 440	250 300	29,65	85 500	10,15	8 440	
5	5000 und mehr	28 000	265 850	9,50	273 550	9,75	28 000	
	Summe und Durchschnitt	45 430	936 100	20,60	419 654	9,60	42 910	



Lauf. Nummer.	Einwohnerzahl der Stationsorte.	Summe der für den Personen-Verkehr in Rechnung kommenden Einwohner der Stationsorte	Abgegangene Personen.	Reisende pro Kopf der Einwohner.	Halbe Summe der angekommenen und abgegangenen Güter. (Tonnen).	Tonnen Güter pro Kopf der Einwohner.	Summe der für den Güterverkehr in Rechnung kommenden Einwohner der Stationsorte.	Bemerkungen.
	5. Strecke Rheine-Löhne.							
1	bis 500	160	26 750	167,00	7 455	12,85	580	Die Betriebseröffnung erfolgte in den Jahren 1855 u. 1856.
2	500 „ 1000	1 640	41 950	25,60	37 533	14,60	2 570	
3	1000 „ 2000	3 200	67 800	21,10	25 305	7,90	3 200	
4	2000 „ 5000	5 250	80 100	15,25	44 180	8,45	5 250	
5	5000 und mehr	—	—	—	—	—	—	
	Summe und Durchschnitt	10 250	216 600	21,15	114 473	9,85	11 600	
	Summarische Zusammenstellung der 5 Strecken der Hannoverschen Staatsbahn.							
1	bis 500	4 950	295 600	59,70	69 977	13,75	5 090	
2	500 „ 1000	12 700	508 400	40,05	138 247	10,50	13 090	
3	1000 „ 2000	25 160	587 050	23,35	165 422	7,55	21 930	
4	2000 „ 5000	51 700	1 000 650	19,35	396 623	7,70	51 700	
5	5000 und mehr	89 500	910 050	10,15	437 494	4,90	89 500	
	Summe und Durchschnitt	184 010	3 301 750	17,95	1 207 763	6,65	181 310	
	B. Königliche Frankfurt-Bebraer-Eisenbahn.							
1	bis 500	440	23 350	53,00	1 741	4,05	440	Die Betriebseröffnung erfolgte in den Jahren 1862 u. 1872.
2	500 „ 1000	2 230	33 855	15,20	13 789	6,20	2 230	
3	1000 „ 2000	13 130	192 485	14,65	23 480	1,80	13 130	
4	2000 „ 5000	10 950	252 640	23,10	8 694	1,15	7 550	
5	5000 und mehr	29 140	719 475	24,70	68 115	2,35	29 140	
	Summe und Durchschnitt	55 890	1 221 805	21,85	115 819	2,20	52 490	
	C. Niederschlesisch-Märkische Eisenbahn.							
1	bis 500	3 580	298 400	83,50	37 865	14,45	2 610	Die Betriebseröffnung erfolgte in den Jahren 1842 u. 1869.
2	500 „ 1000	4 300	166 400	38,65	38 868	15,45	2 520	
3	1000 „ 2000	14 860	408 850	27,30	260 635	23,65	11 040	
4	2000 „ 5000	31 850	593 650	18,70	710 810	24,25	29 290	
5	5000 und mehr	72 350	727 800	10,05	367 835	5,10	72 350	
	Summe und Durchschnitt	126 940	2 195 100	17,25	1 416 031	12,05	117 810	
	D. Königlich Preufsische Ostbahn.							
	1. Strecke Berlin-Bromberg-Alexandrowo und Küstrin-Frankfurt.							
1	bis 500	830	18 119	21,85	413	1,65	250	
2	500 „ 1000	3 408	75 904	22,25	7 607	3,75	2 030	
3	1000 „ 2000	8 770	134 450	15,35	128 457	20,85	6 160	
4	2000 „ 5000	36 630	314 612	8,60	189 244	5,20	36 630	
5	5000 und mehr	29 700	218 435	7,35	71 791	2,40	29 700	
	Summe und Durchschnitt	79 338	761 520	9,60	397 512	5,30	74 770	
	2. Strecke Schneidemühl-Dirschau-Eydtkuhnen.							
1	bis 500	3 985	141 863	35,60	26 989	10,90	2 525	Die Betriebseröffnung erfolgte im Jahre 1873.
2	500 „ 1000	3 240	68 355	21,10	16 739	6,20	2 700	
3	1000 „ 2000	3 920	45 694	11,65	18 523	4,75	3 920	
4	2000 „ 5000	18 630	160 115	8,60	43 714	2,35	18 630	
5	5000 und mehr	77 050	434 650	5,65	128 927	1,70	77 050	
	Summe und Durchschnitt	106 825	850 677	7,95	234 892	2,25	104 825	

Lauf. Nummer.	Einwohnerzahl der Stationsorte.	Summe der für den Personen-Verkehr in Rechnung kommenden Einwohner der Stationsorte.	Abgegangene Personen.	Reisende pro Kopf der Einwohner.	Halbe Summe der angekommenen und abgegangenen Güter. (Tonnen.)	Tonnen Güter pro Kopf der Einwohner.	Summe der für den Güterverkehr in Rechnung kommenden Einwohner der Stationsorte.	Bemerkungen.
	3. Strecke Thorn-Insterburg.							
1	bis 500	2 210	58 850	26,65	23 905	11,45	2 090	
2	500 „ 1000	1 410	21 400	15,15	5 340	3,80	1 410	
3	1000 „ 2000	3 950	31 200	7,90	6 348	2,30	2 730	
4	2000 „ 5000	16 120	105 950	6,55	30 040	1,85	16 120	
5	5000 und mehr	5 500	28 200	5,15	8 965	1,65	5 500	
	Summe und Durchschnitt	29 190	245 600	8,45	74 598	2,70	27 850	
	4. Strecke Bromberg-Danzig.							
1	bis 500	695	22 300	32,15	3 510	20,05	175	
2	500 „ 1000	—	—	—	—	—	—	
3	1000 „ 2000	5 170	114 300	22,10	19 130	3,70	5 170	
4	2000 „ 5000	2 500	32 050	12,85	6 358	2,55	2 500	
5	5000 und mehr	—	—	—	—	—	—	
	Summe und Durchschnitt	8 365	168 650	20,15	28 998	3,70	7 845	
	Summarische Zusammenstellung der 4 Strecken der Königlich Preufsischen Ostbahn.							
1	bis 500	7 720	241 132	31,05	54 817	10,80	5 040	
2	500 „ 1000	8 058	165 659	20,55	29 686	5,15	6 140	
3	1000 „ 2000	21 810	325 644	14,95	172 458	9,60	17 980	
4	2000 „ 5000	73 880	612 727	8,30	269 356	3,65	73 880	
5	5000 und mehr	112 250	681 285	6,05	209 683	1,85	112 250	
	Summe und Durchschnitt	223 718	2 026 447	9,05	736 000	3,40	215 290	
	E. Bayerische Ostbahn.							
1	bis 500	7 793	211 080	27,00	189 457	26,30	7 233	Die Betriebseröffnung erfolgte in den Jahren 1858 u. 1873.
2	500 „ 1000	11 940	208 920	12,50	127 810	11,25	11 400	
3	1000 „ 2000	26 140	278 780	10,65	88 705	3,40	26 140	
4	2000 „ 5000	24 060	298 350	12,50	113 845	4,75	24 060	
5	5000 und mehr	57 230	266 750	4,65	87 250	1,55	57 230	
	Summe und Durchschnitt	127 163	1 263 880	9,95	607 067	4,80	126 063	
	F. Bergisch-Märkische Eisenbahn. Strecke Hagen-Kassel.							
1	bis 500	1 020	48 100	47,15	10 033	9,85	1 020	Die Betriebseröffnung erfolgte in den Jahren 1870 u. 1873.
2	500 „ 1000	4 780	65 850	13,80	23 150	5,90	3 910	
3	1000 „ 2000	6 370	103 150	16,20	44 605	7,00	6 370	
4	2000 „ 5000	28 980	285 350	9,85	72 938	2,50	28 980	
5	5000 und mehr	5 200	48 350	9,30	18 865	3,65	5 200	
	Summe und Durchschnitt	46 350	550 800	11,95	169 591	3,75	45 480	



Tabelle IV.

Summarische Zusammenstellung der Verkehrsverhältnisse vorstehender Bahnen nach der Gröfse der Einwohnerzahl der Stationsorte.

Lauf. Nummer.	Name der Bahn.	Summe der für den Personenverkehr in Rechnung kommenden Einwohner der Stationsorte.	Abgegangene Personen.	Reisende pro Kopf der Einwohner.	Halbe Summe der angekommenen und abgegangenen Güter. (Tonnen.)	Tonnen Güter pro Kopf der Einwohner.	Summe der für den Güterverkehr in Rechnung kommenden Einwohner der Stationsorte.	Bemerkungen.
	A. Für Stationsorte bis zu 500 Einwohner.							
1	Hannover'sche Staatsbahn . . .	4 950	295 600	59,70	69 977	13,75	5 090	
2	Königl. Frankfurt-Bebraer Bahn .	440	23 350	53,00	1 741	4,05	440	
3	Niederschlesisch-Märkische Bahn .	3 580	298 400	83,50	37 865	14,45	2 610	
4	Königl. Preufs. Ostbahn	7 720	241 132	31,05	54 817	10,80	5 040	
5	Bayerische Ostbahn	7 793	211 080	27,00	189 457	26,30	7 233	
6	Bergisch-Märkische Bahn, Strecke Hagen-Kassel	1 020	48 100	47,15	10 033	9,85	1 020	
	Summe und Durchschnitt .	25 503	1 117 662	43,80 $= m_1$	363 890	17,00 $= n_1$	21 433	
	B. Für Stationsorte von 500 bis 1000 Einwohner.							
1	Hannover'sche Staatsbahn . . .	12 700	508 400	40,05	138 247	10,50	13 090	
2	Königl. Frankfurt-Bebraer Bahn .	2 230	33 855	15,20	13 789	6,20	2 230	
3	Niederschlesisch-Märkische Bahn .	4 300	166 400	38,65	38 868	15,45	2 520	
4	Königl. Preufs. Ostbahn	8 058	165 659	20,55	29 686	5,15	6 140	
5	Bayerische Ostbahn	11 940	208 920	12,50	127 810	11,25	11 400	
6	Bergisch-Märkische Bahn, Strecke Hagen-Kassel	4 780	65 850	13,80	23 150	5,90	3 910	
	Summe und Durchschnitt .	44 008	1 149 084	26,10 $= m_2$	371 550	9,45 $= n_2$	39 290	
	C. Für Stationsorte von 1000 bis 2000 Einwohner.							
1	Hannover'sche Staatsbahn . . .	25 160	587 050	23,35	165 422	7,55	21 930	
2	Königl. Frankfurt-Bebraer Bahn .	13 130	192 485	14,65	23 480	1,80	13 130	
3	Niederschlesisch-Märkische Bahn .	14 860	408 850	27,30	260 653	23,65	11 040	
4	Königl. Preufs. Ostbahn	21 810	325 614	14,95	172 458	9,60	17 980	
5	Bayerische Ostbahn	26 140	278 780	10,65	88 705	3,40	26 140	
6	Bergisch-Märkische Bahn, Strecke Hagen-Kassel	6 370	103 150	16,20	44 605	7,00	6 370	
	Summe und Durchschnitt .	107 470	1 895 959	17,65 $= m_3$	755 323	7,80 $= n_3$	96 590	
	D. Für Stationsorte von 2000 bis 5000 Einwohner.							
1	Hannover'sche Staatsbahn . . .	51 700	1 000 650	19,35	396 623	7,70	51 700	
2	Königl. Frankfurt-Bebraer Bahn .	10 950	252 640	23,10	8 694	1,15	7 550	
3	Niederschlesisch-Märkische Bahn .	31 850	593 650	18,70	710 810	24,25	29 290	
4	Königl. Preufs. Ostbahn	73 880	612 727	8,30	269 356	3,65	73 880	
5	Bayerische Ostbahn	24 060	298 350	12,50	113 845	4,75	24 060	
6	Bergisch-Märkische Bahn, Strecke Hagen-Kassel	28 980	285 350	9,85	72 938	2,50	28 980	
	Summe und Durchschnitt .	221 420	3 043 367	13,75 $= m_4$	1 572 266	7,30 $= n_4$	215 460	

Lauf. Nummer.	Name der Bahn.	Summe der für den Personenverkehr in Rechnung kommenden Einwohner der Stationsorte.	Abgegangene Personen.	Reisende pro Kopf der Einwohner.	Halbe Summe der angekommenen und abgegangenen Güter. (Tonnen.)	Tonnen Güter pro Kopf der Einwohner.	Summe der für den Güterverkehr in Rechnung kommenden Einwohner der Stationsorte.	Bemerkungen.
	E. Für Stationsorte von 5000 und mehr Einwohner.							
1	Hannover'sche Staatsbahn . . .	89 500	910 050	10,15	437 494	4,90	89 500	
2	Königl. Frankfurt-Bebraer Bahn .	29 140	719 475	24,70	68 115	2,35	29 140	
3	Niederschlesisch-Märkische Bahn .	72 350	727 800	10,05	367 835	5,10	72 350	
4	Königl. Preufs. Ostbahn	112 250	681 285	6,05	209 683	1,85	112 250	
5	Bayerische Ostbahn	57 230	266 750	4,65	87 250	1,55	57 230	
6	Bergisch-Märkische Bahn, Strecke Hagen-Kassel	5 200	48 350	9,30	18 865	3,65	5 200	
	Summe und Durchschnitt .	365 670	3 353 710	9,15 $= m_5$	1 189 242	3,25 $= n_5$	365 670	

Tabelle V.

Summarische Zusammenstellung und Durchschnittswerte der Verkehrsverhältnisse der vorstehenden Bahnen nach der Gesamt-Einwohnerzahl der Stationsorte.

Lauf. Nummer.	Name der Bahn.	Summe der für den Personenverkehr in Rechnung kommenden Einwohner der Stationsorte.	Abgegangene Personen.	Reisende pro Kopf der Einwohner.	Halbe Summe der angekommenen und abgegangenen Güter. (Tonnen.)	Tonnen Güter pro Kopf der Einwohner.	Summe der für den Güterverkehr in Rechnung kommenden Einwohner der Stationsorte.	Bemerkungen.
1	Hannover'sche Staatsbahn . . .	184 010	3 301 750	17,95	1 207 763	6,65	181 310	
2	Königl. Frankfurt-Bebraer Bahn .	55 890	1 221 805	21,85	115 819	2,20	52 490	
3	Niederschlesisch-Märkische Bahn .	126 940	2 195 100	17,25	1 416 031	12,05	117 810	
4	Königl. Preufs. Ostbahn	223 718	2 026 447	9,05	736 000	3,40	215 290	
5	Bayerische Ostbahn	127 163	1 263 880	9,95	607 067	4,80	126 063	
6	Bergisch-Märkische Bahn, Strecke Hagen-Kassel	46 350	550 800	11,95	169 591	3,75	45 480	
	Gesamtsumme und Durchschnitt .	764 071	10 559 782	13,80	4 252 271	5,75	738 443	

Tabelle III zeigt, welchen Einflufs das Hinterland bei dem Verkehr der Stationsorte ausübt, und wie dieser Einflufs mit der zunehmenden Gröfse der Orte regelmäfsig abnimmt.

Aus den verschiedenen Positionen der Tabelle III geht ferner hervor, dafs die Gröfse des Verkehrs in den verschiedenen Teilen des Reiches weit gröfsere Unterschiede zeigt, als in Frankreich, so dafs bei Berechnungen des Verkehrs für einen bestimmten Fall die Zahlen aus der entsprechenden Gegend benutzt werden müssen.

In Tabelle IV haben wir die Ergebnisse für die in Tabelle III aufgenommenen Bahnen zusammengestellt, doch eine Trennung nach der Gröfse der Orte beibehalten.

Schliefslich ist in Tabelle V eine summarische Zusammenstellung der Verkehrsverhältnisse aller Bahnen gegeben, und finden wir, dafs pro Jahr und pro Einwohner der Stationsorte 9 bis 22, im Mittel 13,8 Passagiere und 2,2 bis 12, im Mittel 5,8 Tonnen Güter entfallen.

Auf die gröfsere Differenz der Werte untereinander haben wir schon hingewiesen, gegenüber Frankreich geben auch die Mittelwerte erheblichere Differenzen.

Hierzu bemerken wir:

1. dafs bei den französischen Mittelwerten die Orte bis zu 1000 Einwohner, welche gerade hohe Zahlen für die Frequenz ergeben, wie bereits erwähnt, weggelassen sind;

2. daſs in Frankreich ein nicht unerheblicher Teil des Verkehrs durch die vielen dort bestehenden Kanäle und Flüsse vermittelt wird und
3. in Bezug auf den Personenverkehr, daſs die südlichen Völker im allgemeinen weniger reisen als die Deutschen.

Aus den oben besprochenen, sowohl für Frankreich als Deutschland gegebenen Tabellen geht also deutlich hervor, daſs unter Berücksichtigung des Landes und speciell der Gegend für die verschiedenen Bahnen das Verhältnis der Einwohnerzahl der Stationsorte zur Zahl der beförderten Reisenden resp. der beförderten Tonnengüter ein ziemlich konstantes ist, so daſs die Frequenz resp. die Einnahme einer Bahn nach der Gröſse der Stationsorte im voraus berechnet werden können. Diese Berechnungen führt Michel, dessen Abhandlung speciell Vizinalbahnen betrifft, auch nur für diese aus. Bei solchen kürzeren Vizinal- oder Lokalbahnen, deren Zweck darin besteht, eine Gegend ohne Bahnen mit einer Hauptbahn zu verbinden, wird der Verkehr der Zwischenorte untereinander gering sein. Michel glaubt daher ohne groſsen Fehler annehmen zu dürfen, daſs der ganze Betrieb solcher Bahnen darin besteht, Personen und Güter von und nach der Anschluſsstation zu befördern. Der Verkehr auf einer solchen Bahn in Personen- resp. Tonnenkilometer ist demnach gleich der Summe der Produkte der auf jeder Station angekommenen und abgegangenen Personen resp. Güter und der Entfernung dieser Station von der Übergangsstation.

Hieraus ergiebt sich für den Verkehr pro Kilometer die allgemeine Formel

$$\gamma = \frac{2\,\Sigma\,(p+g)\,d}{L}, \qquad \qquad 1.$$

worin p die Zahl der von den einzelnen Stationen abgehenden Personen, g die halbe Summe der daselbst angekommenen und abgegangenen Güter, d die Entfernung der betreffenden Station von der Anschluſsstation und L die Bahnlänge in Kilometer bezeichnet.

Man kann hier einfach die Zahl der abgehenden Personen einführen, da diese im allgemeinen gleich der der ankommenden ist. Bei Gütern ist dies nicht der Fall, und da giebt die Hälfte der ankommenden und abgehenden Güter den richtigen Maſsstab für die Frequenz der betreffenden Station. Der Koeffizient 2 ist eine Folge der schon oben erwähnten Voraussetzung, auf welche wir näher zurückkommen werden, daſs der ganze Betrieb durch die Hauptbahn beherrscht wird und somit auch die ankommenden Personen und Güter in Rechnung gestellt werden müssen, da dieselben, als nicht von einer der Stationen der betreffenden Zweigbahn abgegangen, sonst auſser Betracht bleiben würden.

Um die Formel weiter zu entwickeln, bemerken wir, daſs, wie gezeigt, p und g in direktem Verhältnisse zu der Einwohnerzahl stehen, man kann daher setzen $p = m\,e$, $g = n\,e$, worin e die Einwohnerzahl eines Stationsortes, m die Zahl der abfahrenden Personen und n die halbe Summe der abgehenden und ankommenden Tonnen Güter pro Jahr und pro Einwohner bezeichnet, mithin

$$\gamma = \frac{2\,\Sigma\,(m+n)\,e\,d}{L} = 2\left(\frac{m+n}{L}\right)\Sigma\,e\,d \qquad \qquad 2.$$

Denkt man sich die ganze Einwohnerschaft im Schwerpunkte ihres Bevölkerungsgebiets konzentriert und sei dessen Entfernung bis zur Übergangsstation s, so ist

$$\Sigma\,e\,d = s\,\Sigma\,e$$

oder in (2)

$$\gamma = 2\,(m+n)\,\frac{s}{L}\,\Sigma\,e \qquad \qquad 3.$$

Tabelle VI.

Lauf. No.	Bezeichnung der Bahn.	Betriebseröffnung.	Bahnlänge km	Bevölkerung Σe.	Lage des Schwerpunktes $\frac{s}{L}$	Betriebs-Einnahmen berechnet pro Kilometer: nach Michel 1 Frcs.	nach Formel 5 2 Frcs.	nach Formel 6 3 Frcs.	Betriebs-Einnahmen pro Kilometer 1865 Frcs.	1866 Frcs.	1867 Frcs.	1868 Frcs.	1869 Frcs.	1870 Frcs.	1871 Frcs.	Bemerkungen.
1	Strasbourg à Barr	1864	55	17 500	3/5	11 600	10 000	10 720	7 967	8 333	8 865	9 907	9 970			Bevölkerte Gegend $m = 7{,}50$, $n = 2{,}1$.
2	Luneville à St. Dié	1864	50	19 500	4/5	15 600	14 040	13 500	10 447	11 838	12 066	13 421	13 973			
3	Epinal à Remiremont	1865	28	11 000	4/5	8 800	8 800	9 900	7 462	8 400	8 283	9 190	9 998			
4	Hagenau à Niederbronn	1864	21	9 100	5/6	7 600	7 600	8 190	6 528	7 318	7 043	8 050	8 138			
5	Andelot à Champagnole	1867	14	3 500	19/20	3 325	3 325	3 150				3 342	4 000			
6	St. Just à Montbrison	1867	21	12 000	3/4	9 000	9 000	10 700			7 219	7 733	9 713	9 138	8 636	$m = 6{,}5$, $n = 2{,}1$.
7	St. Etienne à Puy	1868	86	49 700	3/5	22 365	16 300	19 400			14 930	17 103	18 440	16 426	17 508	
8	Clermont à Thiers	1869	48	25 500	3/4	13 800	13 800	14 000					9 900	7 797	9 175	
9	Annecy à Aix	1866	40	20 000	3/4	11 000	11 000	11 200			6 222	6 864	7 500			
10	Avignon à Cavaillon	1868	33	22 000	3/4	12 100	12 100	12 300					9 658	10 185	9 899	
11	Luron à Cress	1871	18	7 000	11/12	4 760	4 760	3 900							3 252	
12	Tarbes à Bagnères	1862	22	11 000	10/11	7 360	7 360	6 160			6 000					
13	Saint Simon à Foix	1862	71	30 000	3/5	13 500	10 500	11 500			9 770	11 000	11 750	10 700	11 500	
14	Agen à Auch	1867	65	28 400	2/5	14 200	11 360	11 800			7 880	8 650				
15	Castelnaudary à Castres	1866	74	32 000	2/5	16 000	12 000	11 000				10 000	11 300			
16	Langon à Bajat	1866	20	5 400	9/10	4 860	4 860	4 860			4 890	4 800	5 130	5 200	5 250	Weinbautreibende Gegend $m = 6{,}5$, $n = 3$.
17	Perpignan à Port Vendres	1867	30	11 000	2/3	7 200	7 200	9 900			5 300	6 240	6 130	6 000	6 800	

Um hieraus die Einnahmen pro Kilometer zu bestimmen, führt man den Durchschnittstarif pro Person resp. Tonne und Kilometer ein. Ist P der Tarifsatz pro Person und T pro Tonne, so betragen die Bruttoeinnahmen

$$E = 2\,(m P + n T)\,\frac{s}{L}\,\Sigma e \quad (4).$$

Für Frankreich ist im Durchschnitt $m = 6{,}50$, $n = 2{,}1$, $P = 0{,}05$ Frc., $T = 0{,}06$ Frc., und hat Michel nach dieser Formel in einer späteren Schrift, Annales des ponts et chaussées Janvier 1873 chronique, S. 55, die Bruttoeinnahmen für mehrere Bahnen ausgerechnet und mit den wirklichen verglichen.

Diese Tabelle VI lassen wir mit dem Bemerken hierneben folgen, dafs die Kolumnen 2 und 3 der berechneten Betriebseinnahmen von uns zugesetzt sind.

Die Michel'sche Kolumne 1 giebt nämlich für die meisten Bahnen, besonders in nicht industriellen Gegenden zu grofse Resultate und zwar ist der Unterschied um so gröfser, je länger die Bahn ist.

Nach unserer Ansicht hat dies seinen Grund in der von Michel gemachten Annahme, die wir schon oben betonten, dafs der Verkehr von den einzelnen Orten der Zweigbahn sich lediglich auf die Übergangsstation resp. Hauptbahn erstreckt. Je länger die Bahn ist, um so weniger kann diese Annahme richtig sein, da über eine gewisse Bahnlänge hinaus die von jeder Person resp. Tonne erfahrungsmäfsig zu

durchlaufende Kilometerzahl innerhalb der betreffenden Bahn selbst liegt. Die Verdoppelung in seiner Formel mufs somit für diesen Fall zu grofse Resultate geben und gilt es daher, wenn man nicht wie Michel nur Vizinalbahnen betrachten will, einen Koeffizienten zu bestimmen, welcher an Stelle des Koeffizienten 2 treten kann. Hier ist zu bemerken, dafs, je kürzer die Bahn und je gröfser die im Durchschnitt von Personen und Gütern durchlaufene Kilometerzahl wird, dieser Koeffizient zwischen den Grenzen 1 und 2 gröfser werden mufs. Ist K diese Kilometerzahl, so wird die empirische Formel

$$\left(1+\frac{K}{L}\right)$$

diesen gestellten Anforderungen genügen.[4])

Da K für Personen und Güter verschiedene Werte annimmt, für welche wir A resp. B einführen wollen, so wird

$$E=\left[m\,P\left(1+\frac{A}{L}\right)+n\,T\left(1+\frac{B}{L}\right)\right]\frac{s}{L}\Sigma e \quad \ldots\ldots\ldots \quad 5.$$

Für A und B wird man bei kleinen Bahnen nicht den Mittelwert von allen Bahnen nehmen können, und sind daher Mittelwerte für verschiedene Bahnlängen zu bestimmen.

Bei Berechnung der in Kolumne 2, Tabelle VI gegebenen Werte ist obenstehende Formel No. 5 zu Grunde gelegt, ohne indes auf die durch die Länge der Bahnen bedingte Verschiedenheit der Werte von A und B Rücksicht zu nehmen, da zur Bestimmung der letzteren für die in Frage stehenden französischen Bahnen das erforderliche Material fehlte, es sind vielmehr da, wo diese Durchschnittswerte von A resp. B, welche in Frankreich durchschnittlich 40 resp. 148 km betragen, gröfser als L waren, einfach die Bahnlängen selbst eingeführt, was für diese kleinen Bahnen ohne zu grofsen Fehler geschehen dürfte. In diesem Falle kamen wir ganz auf die Berechnung von Michel zurück.

Für die Berechnung der Werte in Kolumne 3 haben wir den von Michel eingeschlagenen Weg ganz verlassen und die Einnahmen, wie folgt, bestimmt.

Angenommen, dafs nach Vergleich mit ähnlichen Bahnen jede Person und Tonne im Durchschnitt A resp. B Kilometer durchläuft, so ergiebt sich, unter Berücksichtigung des Vorhergehenden für die Einnahmen pro Kilometer

$$E=\left[m\,PA\left(1+\frac{A}{L}\right)+n\,TB\left(1+\frac{B}{L}\right)\right]\frac{\Sigma e}{L}, \quad \ldots\ldots\ldots \quad 6.$$

worin wieder das Obengesagte für A resp. B gilt.

Diese Formel mufs als die richtigere angesehen werden, da sie lediglich auf den aus den statistischen Daten gezogenen Resultaten beruht und auch die berechneten Betriebseinnahmen den wirklichen Betriebsergebnissen so nahe kommen, dafs diese Berechnungsmethode wohl Vertrauen verdient.

Nach derselben Methode haben wir nun auch für deutsche Bahnen die Betriebs-Einnahmen berechnet.

---

[4]) Die Grenze 1 wird erreicht, wenn die Bahn gar keinen direkten Verkehr hat, was bei unendlicher Länge oder bei Bahnen, ohne jeden Anschlufs gedacht werden kann; während die Grenze 2 dann erreicht wird, wenn die Bahn nur direkten Verkehr hat, was bei Zweigbahnen mit nur einer Station der Fall sein würde. (Vergl. Fig. 1.)



Tabelle VII.

Tabelle zur Bestimmung der durchschnittlich von jeder Person und jeder Tonne durchfahrene Bahnlängen.

Benennung der Bahn.	Durchschnittliche Länge der Bahnen für den Personen-Verkehr km L	Personen-Beförderung exkl. Transitverkehr. Durchschnitt aus den Jahren 1876, 1877 und 1878. Anzahl der Personen 10 000	Anzahl der Personen km 10 000	Durchfahrene Länge km A	Durchfahr. Länge im Verhältnis zur Gesamtlänge $\frac{A}{L}$	Der Wert $\frac{A}{L}\left(1+\frac{A}{L}\right)$	Durchschnittliche Länge der Bahnen für den Güter-Verkehr km L	Güter-Beförderung exkl. Transitverkehr. Durchschnitt aus den Jahren 1876, 1877 und 1878. Anzahl der Tonnen Güter 10 000	Anzahl der Tonnen km 10 000	Durchfahrene Länge km B	Durchfahr. Länge im Verhältnis zur Gesamtlänge $\frac{B}{L}$	Der Wert $\frac{B}{L}\left(1+\frac{B}{L}\right)$
Ludwigseisenbahn (Nürnberg-Fürth)	6	12	694	6,0	1,000	2,000	4	100	400	4,0	1,000	2,000
Kirchheimer	6	11	69	6,0	1,000	2,000	6	3	17	6,0	1,000	2,000
Homburger	18	99	1121	11,0	0,610	0,982	18	5	74	15,0	0,820	1,492
Halberstadt-Blankenburg	19	8	132	16,5	0,875	1,641	22	6	107	18,0	0,815	1,479
Angermünde-Schwedter	23	10	203	20,0	0,870	1,627	23	2	45	22,5	1,000	2,000
Aachener Industrie	24	27	210	7,8	0,330	0,439	32	41	500	12,0	0,380	0,524
Altenburg-Zeitzer	26	20	250	12,5	0,488	0,726	26	47	614	13,0	0,500	0,750
Sächs.-Thüring. Ostwestbahn	26	8	113	14,1	0,540	0,832	26	3	53	18,0	0,695	1,178
Zittau-Reichenberger	27	31	489	15,8	0,600	0,960	27	15	1365	24,0	0,890	1,682
Gaschowitz-Meuselwitzer	27,8	17	204	12,0	0,430	0,617	28	18	435	24,0	0,860	1,600
Eutin-Lübecker	33	22	396	18,0	0,545	0,842	33	3	89	30,0	0,908	1,732
Glückstadt-Elmshorner	33	23	422	18,3	0,555	0,863	33	6	172	28,7	0,870	1,627
Crefelder Industrie	43	49	382	8,0	0,182	0,215	43	5	47	9,4	0,218	0,266
Saal-Unstruter	53	20	314	15,7	0,296	0,384	53	9	234	26,0	0,490	0,730
Tilsit-Insterburger	54	13	594	45,5	0,842	1,552	54	5	238	47,6	0,880	1,654
Münster-Enscheder	56	21	448	21,3	0,380	0,524	56	5	159	32,0	0,570	0,895
Breslau-Warschauer	56	18	426	23,5	0,420	0,596	56	6	195	33,5	0,580	0,916
Weimar-Geraer	58	29	668	23,0	0,396	0,553	58	4	153	38,2	0,655	1,084
Muldenthalbahn	59	48	554	11,5	0,195	0,233	59	7	216	31,0	0,525	0,801
Saal-Eisenbahn	75	54	995	18,4	0,245	0,305	75	10	366	36,6	0,487	0,724
Nordhausen-Erfurter	78	27	737	27,4	0,350	0,473	78	16	632	39,5	0,505	0,760
Westholsteinische	79	15	374	25,0	0,316	0,416	79	5	197	39,6	0,500	0,750
Niederschlesische Zweigbahn	85	28	878	31,1	0,368	0,503	85	18	541	30,0	0,350	0,473
Main-Neckar	88	235	5743	24,5	0,278	0,355	88	30	1641	55,0	0,625	1,016
Dortmund-Gronau-Enscheder	97	40	732	18,0	0,190	0,226	97	16	500	31,3	0,322	0,426
Lübeck-Büchener und Hamburger	111	79	2583	32,5	0,292	0,377	111	52	2684	51,4	0,462	0,675
Rhein-Nahe	121	121	2471	20,0	0,168	0,196	121	43	3070	71,0	0,590	0,938
Kottbus-Großenhainer	129	37	1042	28,1	0,218	0,266	130	26	1194	46,0	0,353	0,478
Oberlausitzer	156	27	696	25,6	0,165	0,192	156	10	716	71,6	0,460	0,672
Öls-Gnesener	160	32	981	30,7	0,191	0,226	160	10	768	76,8	0,478	0,706
Wilhelmsbahn	171	74	18	24,3	0,142	0,162	188	72	4250	59,0	0,310	0,406
Stargard-Köslin-Kolberger	171	49	2626	53,7	0,311	0,406	173	23	1842	80,0	0,460	0,671
Werrabahn	172	57	1768	30,5	0,177	0,208	172	29	1955	67,2	0,390	0,542
Stargard-Posener	172	44	2223	50,0	0,292	0,377	172	25	3324	133,0	0,770	1,363
Berlin-Dresdener	176	54	2299	42,5	0,240	0,298	178	24	2715	113,0	0,630	1,027
Oberhessische	176	54	1184	22,0	0,126	0,142	176	13	680	52,0	0,296	0,384
Saarbrücker	184	237	3942	16,6	0,090	0,098	184	453	12882	28,0	0,150	0,173
Posen-Thorn-Bromberger	187	51	2502	49,0	0,261	0,329	187	40	4544	114,0	0,610	0,982
Köslin-Danziger	198	92	2390	26,0	0,130	0,147	197	15	1130	75,0	0,380	0,524
Main-Weser	199	155	6994	45,0	0,225	0,276	199	66	4842	73,0	0,370	0,507
Posen-Kreuzburger	200	31	1268	41,0	0,205	0,247	202	21	2035	97,0	0,480	0,710

Benennung der Bahn.	Durchschnittliche Länge der Bahnen für den Personen-Verkehr km L	Personen-Beförderung exkl. Transitverkehr. Durchschnitt aus den Jahren 1876, 1877 und 1878. Anzahl der Personen 10 000	Anzahl der Personen km 10 000	Durchfahrene Länge km A	Durchfahr. Länge im Verhältnis zur Gesamtlänge $\frac{A}{L}$	Der Wert $\frac{A}{L}\left(1+\frac{A}{L}\right)$	Durchschnittliche Länge der Bahnen für den Güter-Verkehr km L	Güter-Beförderung exkl. Transitverkehr. Durchschnitt aus den Jahren 1876, 1877 und 1878. Anzahl der Tonnen Güter 10 000	Anzahl der Tonnen km 10 000	Durchfahrene Länge km B	Durchfahr. Länge im Verhältnis zur Gesamtlänge $\frac{B}{L}$	Der Wert $\frac{B}{L}\left(1+\frac{B}{L}\right)$
Breslau-Posen-Glogauer	210	85	4 163	49,0	0,234	0,289	210	52	6 887	132,0	0,630	1,027
Schleswig'sche	230	68	2 351	34,5	0,150	0,173	230	23	1 799	78,5	0,340	0,456
Vorpommer'sche	230	88	4 048	46,0	0,200	0,240	238	26	1 590	61,0	0,255	0,320
Ostpreufsische Südbahn	242	75	2 869	38,2	0,159	0,184	242	73	9 120	125,0	0,515	0,780
Berlin-Potsdam-Magdeburger	249	434	12 549	29,0	0,116	0,133	262	122	10 378	85,0	0,325	0,431
Nassauische	260	422	7 736	18,3	0,070	0,075	261	121	6 019	50,0	0,190	0,226
Märkisch-Posener	272	66	3 090	46,7	0,172	0,202	272	30	1 873	62,4	0,230	0,283
Altona-Kieler	287	227	5 968	26,0	0,090	0,098	288	61	3 708	61,0	0,214	0,260
Hannover-Altenbekener	290	130	3 302	26,1	0,090	0,098	297	86	6 290	73,0	0,245	0,305
Breslau-Mittelwalder	292	136	4 485	33,0	0,113	0,126	292	63	3 823	61,0	0,210	0,254
Halle-Sorau-Gubener	294	115	3 775	33,0	0,110	0,122	294	50	4 002	80,0	0,272	0,346
Rechte Oder-Ufer	297	101	3 509	35,0	0,118	0,132	319	164	18 336	111,0	0,350	0,473
Berlin-Stettiner Stammbahn	313	223	10 086	45,5	0,146	0,167	313	110	8 161	74,0	0,235	0,291
Mecklenburg-Friedrich-Franz	322	103	4 963	48,0	0,150	0,172	322	30	2 453	81,8	0,255	0,320
Berlin-Görlitzer	327	165	5 073	31,0	0,095	0,104	327	65	5 501	84,4	0,257	0,323
Oberschlesische	336	274	8 750	32,0	0,095	0,104	358	517	53 763	104,0	0,290	0,374
Braunschweigische	343	213	5 491	25,6	0,075	0,081	349	132	9 543	72,0	0,210	0,254
Oldenburgische	346	160	4 792	30,0	0,087	0,095	346	55	3 526	64,0	0,183	0,216
Berlin-Anhaltische	429	265	12 496	47,0	0,110	0,122	429	161	12 876	80,0	0,188	0,223
Berlin-Hamburger	442	216	9 914	46,0	0,104	0,115	442	107	16 338	152,0	0,344	0,462
Westfälische	472	185	5 722	31,0	0,065	0,069	452	88	7 156	81,0	0,180	0,212
Thüringische	472	485	14 847	30,5	0,065	0,069	472	169	13 824	81,6	0,172	0,202
Frankfurt-Bebraer	494	414	11 076	26,5	0,054	0,057	494	99	14 562	147,0	0,295	0,382
Hessische Ludwigsbahn	515	551	10 866	20,0	0,038	00,39	523	148	7 693	52,0	0,100	0,110
Breslau-Schweidnitz-Freiburger	529	225	8 173	36,0	0,070	0,075	534	171	13 071	76,5	0,143	0,163
Pfälzische	569	438	9 592	22,0	0,039	0,041	569	193	13 618	70,6	0,124	0,139
Niederschlesisch-Märkische	847	605	23 325	38,5	0,045	0,047	802	297	48 132	162,0	0,200	0,240
Hannover'sche	855	620	23 739	38,5	0,045	0,047	861	374	30 117	81,0	0,093	0,102
Rheinische	976	1085	25 118	23,2	0,024	0,025	1079	685	58 046	85,0	0,079	0,085
Köln-Mindener	1024	705	24 098	34,1	0,033	0,034	1087	914	77 277	85,0	0,079	0,085
Magdeburg-Halberstädter	1064	623	24 758	39,6	0,037	0,038	1132	423	34 274	81,0	0,073	0,078
Badische	1176	1038	25 944	25,0	0,021	0,021	1180	268	20 051	75,0	0,064	0,068
Elsafs-Lothringer u. Wilhelm-Luxemburger	1217	9146	24 582	27,0	0,022	0,022	1165	489	45 673	93,0	0,080	0,086
Bergisch-Märkische	1258	1479	30 347	20,5	0,016	0,016	1273	1353	91 984	69,0	0,049	0,051
Württembergische	1299	1093	24 691	22,6	0,017	0,017	1295	272	21 814	80,0	0,060	0,064
Preufsische Ostbahn	1617	493	3 376	6,9	0,004	0,004	1617	222	38 237	172,0	0,280	0,358
Sächsische	1747	1806	46 807	26,0	0,015	0,015	1678	764	92 404	82,0	0,050	0,053
Bayrische	3815	1766	61 180	34,0	0,009	0,009	3720	537	77 504	144,0	0,046	0,048

Wie bei der Aufstellung der Tabellen, so wurde auch bei dieser Berechnung die Gröfse der Stationsorte berücksichtigt. Wenn m_1 und n_1 die Verhältniszahlen der Reisenden und Güter zu den Einwohnern bei Orten bis 500 Einwohner, Σe_1 die Summe der Einwohner in solchen Stationen, und m_2, n_2, Σe_2 die gleichen Werte für Stationsorte von 500 bis 1000 Einwohner u. s. w. bezeichnet, so wird unsere Formel:

$$E = \Sigma\,(e.m).P.\frac{A}{L}\left(1+\frac{A}{L}\right) + \Sigma\,(e.n)\,T.\frac{B}{L}.\left(1+\frac{B}{L}\right), \quad . \; . \; . \; . \quad 7.$$

$$\text{worin } \Sigma\,(e.m) = m_1.\Sigma e_1 + m_2.\Sigma e_2 + m_3.\Sigma e_3. + \ldots .$$

$$\text{und } \Sigma\,(e.n) = n_1.\Sigma e_1 + n_2 \Sigma e_2 + n_3 \Sigma e_3 + \ldots .$$

Die Werte für m und n sind aus Tabelle IV entnommen.

Zur Bestimmung der Werte A und B resp. der Werte

$$\frac{A}{L}\left(1+\frac{A}{L}\right) \text{ und } \frac{B}{L}\left(1+\frac{B}{L}\right)$$

sind in Tabelle VII die bezüglichen Durchschnitts-Ergebnisse aus den Jahren 1876, 1877 und 1878 für sämtliche deutsche Bahnen nach den statistischen Nachweisen zusammengestellt. Diese Ergebnisse wurden dazu benutzt, die fraglichen Werte in kontinuierlichen Kurven zur Darstellung zu bringen, indem die Bahnlängen als Abscissen und die betreffenden Durchschnitts-Werte von

$$\frac{A}{L}\left(1+\frac{A}{L}\right) \text{ und } \frac{B}{L}\left(1+\frac{B}{L}\right)$$

als Ordinaten mafsstäblich aufgetragen wurden. Die Fig. 1 stellt diese so konstruierten Kurven dar, nach welchen die betreffenden Werte für die vorliegende Berechnung bestimmt sind.

Für P und T sind die Durchschnittswerte der deutschen Bahnen nach den Betriebsergebnissen des Jahres 1873 pro Person und Kilometer zu 0,0354 M. und pro Tonne und Kilometer zu 0,0464 M. angenommen. Bei Abzweig-Stationen ist die Einwohnerzahl gleichmäfsig nach der Zahl der Bahnrichtungen verteilt.

In der nachstehenden Tabelle VIII sind die Resultate unserer Berechnung für 15 deutsche Bahnen aufgeführt, und wird man daraus ersehen, dafs die Methode auch für die deutschen Verhältnisse sehr befriedigende Resultate ergiebt.

Zu dieser Tabelle ist noch zu bemerken, dafs wir in der Berechnung derselben bei allen Bahnen für die Koeffizienten m und n einfach den Mittelwert aus den verhältnismäfsig wenigen von uns zusammengestellten Beispielen eingeführt haben, obgleich, wie wir bereits hervorgehoben, und wie aus den Tabellen hervorgeht, diese Koeffizienten nach den verschiedenen Gegenden auch verschiedene Werte erhalten müssen. Indessen würden auch schon die in den Tabellen gegebenen Resultate diese Koeffizienten mit einiger Sicherheit schätzen lassen. Wir haben trotzdem bei allen Bahnen der Tabelle VIII die Mittelwerte zu Grunde gelegt, um den Schein des Zurechtpassens zu vermeiden. Wenn dennoch die berechneten Werte den wirklichen Einnahmen ziemlich nahe kommen, so spricht dies gewifs für die Zuverlässigkeit dieser Methode.

Was die Verschiedenheit der Einnahmen resp. der Verhältniszahlen m und n in den verschiedenen Jahren betrifft, so weisen wir darauf hin, dafs diese für Frankreich sehr gering ist. Wir lassen in Tabelle IX eine gütige Mitteilung des Herrn Michel hierüber folgen, aus welcher hervorgeht, dafs die Vermehrung der Bevölkerung in 10 Jahren unbedeutend, die Vermehrung der Reisenden und Güter nur 12 resp. 15% betragen hat.



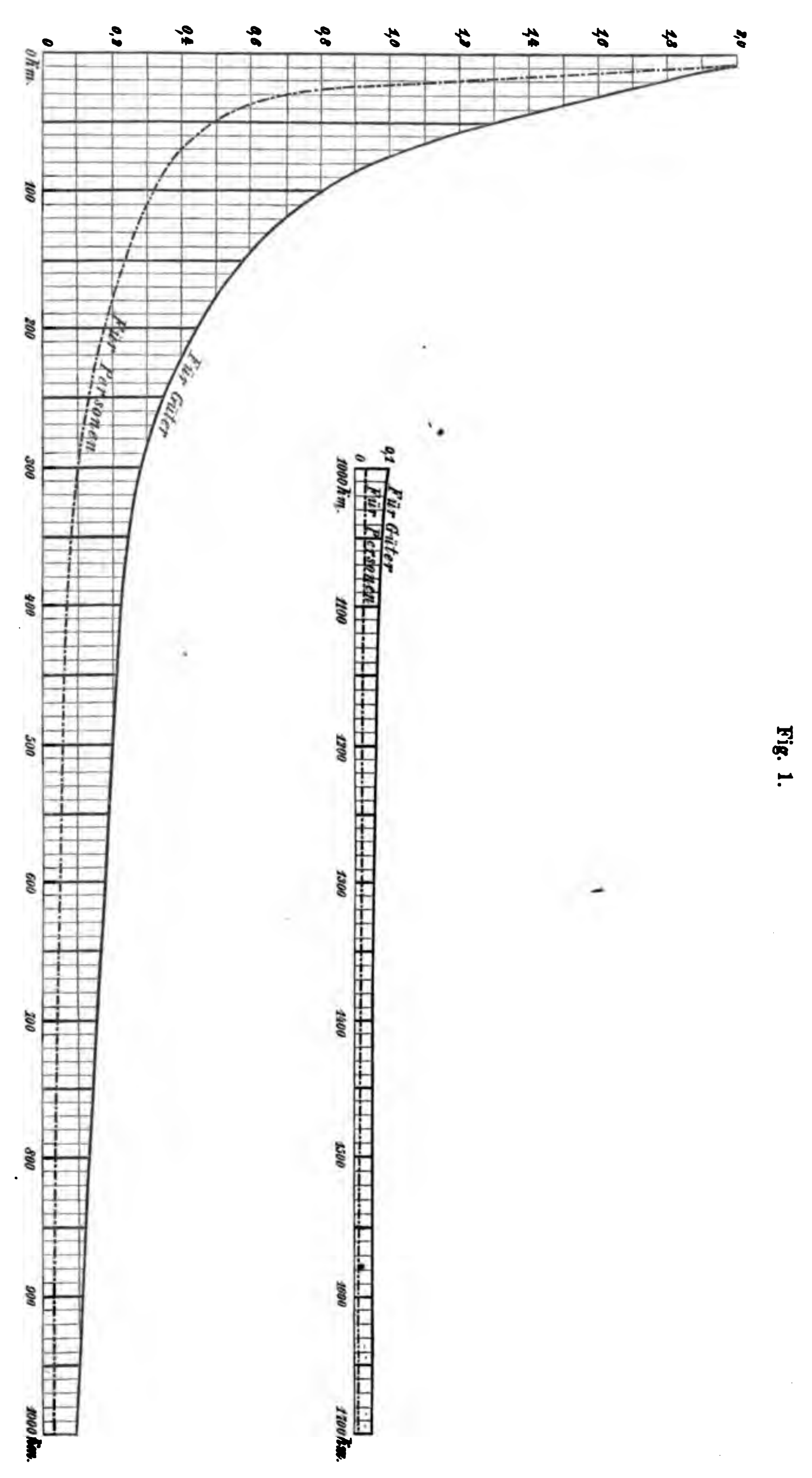

0
0,2
0,4
0,6
0,8
1,0
1,2
1,4
1,6
1,8
2,0
0 km.
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000 km.
Für Personen
Für Güter
0,1
0
1000 km.
Für Güter
Für Personen
1100
1200
1300
1400
1500
1600
1700 km.

Fig. 1.

Tabelle VIII.

Zusammenstellung der berechneten und wirklichen Einnahmen verschiedener deutscher Bahnen.

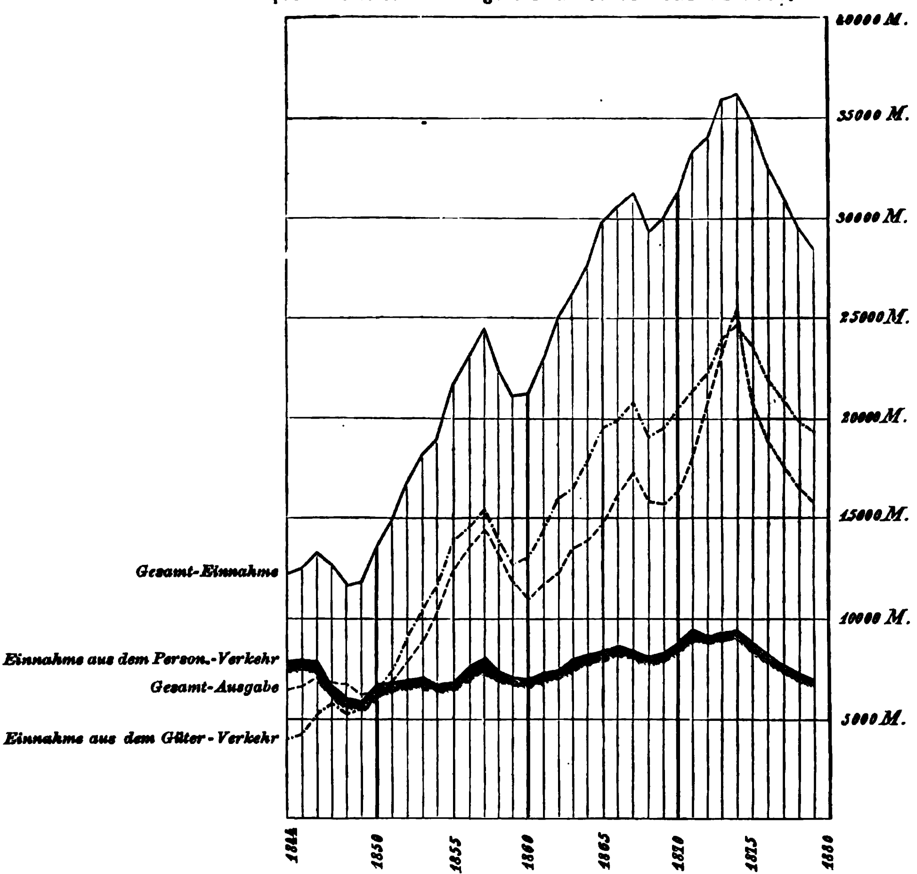
Laufende Nummer.	Benennung der Bahnen.	Länge in Kilometer.	Betriebs-Eröffnung.	Summe der Einwohner in Stationen mit 0—500 Einwohnern Σe_1	500—1000 Σe_2	1000—2000 Σe_3	2000—5000 Σe_4	über 5000 Σe_5	Berechnete Einnahmen pro Kilometer für Personen- und Güterverkehr exkl. Transit, Vieh und Reisegepäck. Mark	Berechnete Gesamt-Einnahmen pro Kilometer exkl. Transit nach Tabelle XI 1,18 K. Mark	Wirkliche Brutto-Einnahme nach Abzug des Transit-Verkehrs pro Kilometer Bahnlänge im Jahre 1872 (Mark)	1873	1874	1875	1876	1877	1878	Der Transit-Verkehr beträgt in Prozenten der Gesamt-Einnahme in den Jahren 1872	1873	1874	1875	1876	1877	1878
1	Glückstadt-Elmshorn	33,4	$18^{45}/_{57}$	—	—	1 199	1 610	14 184	8 538	9 648	8 430	9 240	9 861	10 578	9 808	10 629	9 914	—	—	—	—	—	—	—
2	Eutin-Lübeck . . .	33	1873	478	717	2 854	—	9 936	9 049	10 225	—	7 962	8 757	9 948	8 603	8 860	8 185	—	0,1	0,5	1,4	3,5	2,5	4,9
3	Vienenburg-Goslar .	13	1866	—	557	418	—	8 922	9 068	10 247	6 520	7 410	7 660	—	—*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	Saal-Eisenbahn . .	75	1874	666	1480	4 900	3 500	18 280	11 862	13 404	—	—	9 920	9 801	9 619	10 102	8 674	—	—	7,9	7,2	8,1	8,7	11,8
5	Neiße-Brieg . . .	46,1	$18^{47}/_{48}$	—	—	—	4 379	34 730	15 561	17 584	14 562	14 286	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	Niederschlesische Zweigbahn . . .	84	$18^{46}/_{71}$	—	1866	3 180	—	24 292	9 405	10 628	12 594	11 243	11 751	10 641	10 281	10 294	10 204	6,8	14,2	19,4	25,8	27,0	31,5	41,2
7	Breslau-Warschau .	55,7	$18^{71}/_{72}$	400	640	1 793	2 490	8 760	6 963	7 868	2 775	6 444	7 317	7 010	6 572	5 754	5 677	—	—	—	10,0	10,0	16,5	20,5
8	Hannover-Altenbeken	140,0	1871	795	3867	5 934	13 538	34 617	15 521	17 539	—	11 569	13 690	12 001	12 183	12 616	12 733	—	12,9	15,0	22,2	29,5	36,1	35,9
9	Stargard-Posen . .	172	$18^{47}/_{48}$	896	1686	1 235	10 901	26 370	8 798	9 942	13 307	14 292	14 568	12 063	12 594	13 585	13 789	40,6	44,6	41,0	48,0	46,7	37,6	33,0
10	Posen-Thorn-Bromberg	187	$18^{72}/_{73}$	1155	815	3 774	—	44 552	8 356	9 452	—	12 475	14 473	14 638	14 838	15 232	16 242	—	14,4	17,4	15,0	17,5	15,4	13,5
11	Rhein-Nahe . . .	121,7	$18^{58}/_{60}$	1158	2884	2 601	19 186	18 054	12 605	14 244	24 365	20 672	21 584	19 874	18 934	18 468	18 885	35,3	36,7	33,7	38,8	38,9	36,9	29,2
12	Oldenburgische Bahn	200	$18^{67}/_{78}$	664	1218	1 111	23 727	48 678	10 605	11 984	10 789	11 833	13 554	11 194	10 763	11 004	10 370	0,9	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1
13	Mecklenburgische „	320,6	$18^{47}/_{70}$	2158	560	—	17 978	112 668	12 408	13 921	11 182	11 298	12 884	13 768	13 466	13 086	12 608	2,5	3,7	2,6	4,1	3,9	5,8	5,5
14	Braunschweigische „	331	$18^{38}/_{72}$	911	3757	12 737	19 287	89 941	12 177	13 760	24 163	23 156	23 768	22 575	22 030	20 945	20 084	33,6	31,3	20,6	28,7	29,0	31,7	32,2
15	Märkisch-Posener „	271,2	1870	1790	2260	5 530	11 470	52 940	9 096	10 278	7 557	10 004	9 713	9 136	8 479	9 027	9 684	1,4	1,9	4,9	21,8	27,2	26,1	28,0

Tabelle IX.

		Bevölkerung.	Abgegangene Reisende.	Reisende pro Einwohner.	Halbe Summe der angekommenen und abgegangenen Tonnen Güt.	Tonnen Güter pro Einwohner.
1864	Paris-Dijon	34 100	270 900	8,0	108 500	3,20
	Dijon-Lyon	50 600	577 000	11,40	126 100	2,50
	Lyon-Marseille	81 700	479 000	5,90	203 850	2,50
	Paris-Marseille Summe	166 400	132 690	8,0	438 000	2,6
1874	Paris-Dijon	34 200	293 300	8,60	113 200	3,20
	Dijon-Lyon	51 200	653 700	12,80	146 400	2,80
	Lyon-Marseille	82 000	543 800	6,60	260 250	3,20
	Paris-Marseille Summe	167 400	1 491 300	8,90	519 850	3,10

Fig. 2.

Graphische Zusammenstellung der Gesamt-Einnahmen und Ausgaben der preufsischen Eisenbahnen pro Kilometer Bahnlänge für die Jahre 1844 bis 1879.



Für Deutschland haben wir die Brutto-Einnahmen der preufsischen Bahnen aus den verschiedenen Jahren von 1844 bis 1879 in Fig. 2 graphisch dargestellt.

Man ersieht hieraus, dafs die Einnahmen im allgemeinen regelmäfsig steigen, wenn auch von Zeit zu Zeit ein geringer Rückschritt stattfindet. Obwohl diese Steigerung ebenfalls nicht sehr rasch vor sich geht, so ist sie doch gröfser, als in Frankreich

und beträgt z. B. in den Jahren von 1864 bis 1874 für Personen 21%, für Güter 27%. Bei einer späteren Anwendung der gegebenen Methode zur Ermittelung der zu erwartenden Einnahmen einer neuen Bahn-Anlage ist hierauf Rücksicht zu nehmen und sind die dabei zu benutzenden Tabellen III, IV, V und VII nach den Betriebs-Ergebnissen der kurz voraufgegangenen Jahre zu rektifizieren.

2. Durchgangs-Verkehr.

Die Gröfse des Durchgangs- oder Transit-Verkehrs ist, wie wir schon im Anfange dieses Kapitels hervorgehoben, von sehr verschiedenen Umständen abhängig; es lassen sich daher allgemeine Regeln zur Ermittelung desselben nicht geben. In jedem einzelnen Falle sind besondere Untersuchungen hierfür notwendig. Wenn eine Bahn zur Abschneidung einer bestehenden Durchgangs-Route gebaut werden soll, so liefern die Betriebs-Ergebnisse der letzteren die erforderlichen Angaben. Soll dagegen die Bahn einen noch nicht bestehenden Durchgangs-Verkehr ins Leben rufen, so wird der Vergleich mit ähnlich situierten Bahnen einen Anhaltspunkt geben. Jedenfalls mufs man darauf Rücksicht nehmen, dafs der Transit-Verkehr durch den Bau einer event. kürzeren Konkurrenzlinie oft ganz verschwinden kann, und ist es somit meistens, wenn nicht gerade der Transit-Verkehr als Zweck der Anlage zu betrachten ist, besser, denselben gar nicht oder wenigstens nicht all zu hoch in Rechnung zu ziehen.

In der hierunter folgenden Tabelle X haben wir den direkten und lokalen Verkehr, sowie den Durchgangs-Verkehr mehrerer Bahnen in Prozenten der Gesamt-Einnahmen zusammengestellt, woraus hervorgeht, dafs der Durchgangs-Verkehr selbst bei gut situierten Bahnen nicht so hoch ist, als man im allgemeinen anzunehmen geneigt ist.

Tabelle X.
Vergleichende Zusammenstellung des direkten und Binnen-Verkehrs zum Transit-Verkehr verschiedener Bahnen nach dem Durchschnitt aus den Jahren 1876, 1877 und 1878.

Lauf. No.	Name der Bahn.	Personen-Verkehr.		Güter-Verkehr.	
		direkter und Binnenverkehr	Transitverkehr	direkter und Binnenverkehr	Transitverkehr.
		Prozente der Gesamt-Einnahme für den Personenverkehr.		Prozente der Gesamt-Einnahme für den Güterverkehr.	
1	Saal-Eisenbahn	99,9	0,1	82,7	17,3
2	Oldenburgische	99,7	0,3	98,3	1,7
3	Posen-Thorn-Bromberger	99,7	0,3	80,3	19,7
4	Bayerische Staats-Eisenbahn	99,5	0,5	90,0	10,0
5	Kaiser-Ferdinands-Nordbahn	99,5	0,5	83,3	16,7
6	Nordhausen-Erfurter	99,5	0,5	87,2	12,8
7	Eutin-Lübeck	99,4	0,6	93,2	6,8
8	Rheinische	99,3	0,7	91,4	8,6
9	Bergisch-Märkische	99,2	0,8	96,8	3,2
10	Köln-Minden	99,1	0,9	90,7	9,3
11	Mecklenburgische	99,1	0,9	91,7	8,3
12	Hannover-Altenbeken	98,7	1,3	61,0	39,0
13	Badische	98,3	1,7	77,4	22,6
14	Frankfurt-Bebraer	98,3	1,7	63,0	37,0
15	Märkisch-Posener	98,0	2,0	61,7	38,3
16	Hannoversche	97,3	2,7	76,6	23,4
17	Rhein-Nahe	97,2	2,8	59,8	40,2
18	Stargard-Posener	96,9	3,1	49,1	50,9
19	Breslau-Warschauer, preufsische Strecke	95,6	4,4	78,6	21,4
20	Braunschweigische	95,4	4,6	61,3	38,7
21	Niederschlesische Zweigbahn	92,7	7,3	51,0	49,0
22	Tilsit-Insterburger	89,0	11,0	71,5	28,5

3. Folgerungen aus den Verkehrsermittelungen auf die Gröfse des aufwendbaren Bau- und Betriebs-Kapitals.

Wir haben im Vorstehenden gesehen, wie man die vermutlichen Einnahmen für Personen und Güter exkl. Vieh, Wagen, Reisegepäck u. s. w. für lokalen und direkten Verkehr bestimmen kann; es ist jedoch die Totaleinnahme der zu erbauenden Bahn zu suchen und müssen daher sowohl die oben ausgeschlossenen Güter, als auch die sonstigen Einnahmen, wie Pachterträge für Böschungen, Restaurationen u. s. w., sowie die Einnahmen für den Transit-Verkehr in Rechnung gezogen werden.

Tabelle XI.

Zusammenstellung der Einnahmen für Reisegepäck, Fahrzeuge, Vieh, sowie aus diversen Quellen, wie Pachtsummen der Restaurationen, Böschungen u. s. w. verglichen mit den Gesamt-Brutto-Einnahmen für alle deutsche Bahnen.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Jahreszahl.	Gesamt-Brutto-Einnahmen.	Einnahmen für			Zusammen Kol. 3, 4 u. 5.	In Prozenten der Brutto-Einnahmen.	Einnahmen aus diversen Quellen.	In Prozenten der Brutto-Einnahmen.	Summa der Kol. 7 u. 9.
		Reisegepäck und Hunde.	Fahrzeuge aller Art.	Pferde und Vieh.					
	1000 M.	1000 M.	1000 M.	1000 M.	1000 M.		1000 M.		
1872	666 204	7599	2118	15 111	24 828	3,7	57 075	8,6	12,3
1873	750 669	7992	1884	15 924	25 800	3,4	58 953	7,9	11,3
1874	788 909	8309	1716	15 019	25 044	3,2	60 981	7,7	10,9
1875	836 932	8896	1957	18 296	29 149	3,6	61 211	7,3	10,9
1876	843 518	9071	2424	19 686	31 181	3,7	61 155	7,2	10,9
1877	839 283	8769	1457	21 090	31 316	3,7	63 638	7,6	11,3
	4 725 515				167 318	3,6	363 013	7,7	11,3

Aus obiger Tabelle erhellt, dafs durchschnittlich, abgesehen vom Durchgangs-Verkehr, 11,3 der Gesamt-Einnahme aus in der Formel 7 nicht berücksichtigten Einnahmen bestehen. Die Gesamt-Einnahme wird somit für die Letzteren $E\frac{100}{88,7} = 1,13\,E$, worin E die aus der Formel 7 berechnete Einnahme pro Kilometer bezeichnet.

Die Ausgaben pro Kilometer für alle deutschen Bahnen belaufen sich im Jahre 1873 nach Tabelle XXVI, Kol. 45 u. 46 auf 15500 M. und die Gesamt-Einnahme, inkl. Durchgangs-Verkehr, auf 24500 M., mithin betragen die Ausgaben 63,3°/₀ der Gesamt-Einnahme.

In der graphischen Darstellung Fig. 3 (S. 24) ist unter anderen das Verhältnis der Betriebs-Ausgaben zu den Brutto-Einnahmen für alle preufsischen Bahnen für die Jahre 1844 bis 1879 aufgetragen. Diese Darstellung zeigt, dafs die Ausgaben seit 1870 durch die abnormen Zeitverhältnisse bedeutend gestiegen sind. Wir können jedoch in Rücksicht auf die Ersparungen, welche seit der finanziellen Krisis von den Bahnverwaltungen allseitig erstrebt werden, ohne Zweifel annehmen, dafs die Betriebs-Ausgaben wieder wesentlich fallen werden, wonach die Annahme, dafs dieselben durchschnittlich 60°/₀ der Brutto-Einnahmen betragen, gerechtfertigt erscheinen dürfte.

Hieraus folgt, dafs, wenn man eine Verzinsung des Bau- und Betriebs-Kapitals von 5°/₀ verlangt, für die Bahn-Anlage pro Kilometer höchstens

$$C = 1,13 \cdot 0,4 \cdot 20 \cdot E = 9,04\,E \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 8.$$

verausgabt werden darf.

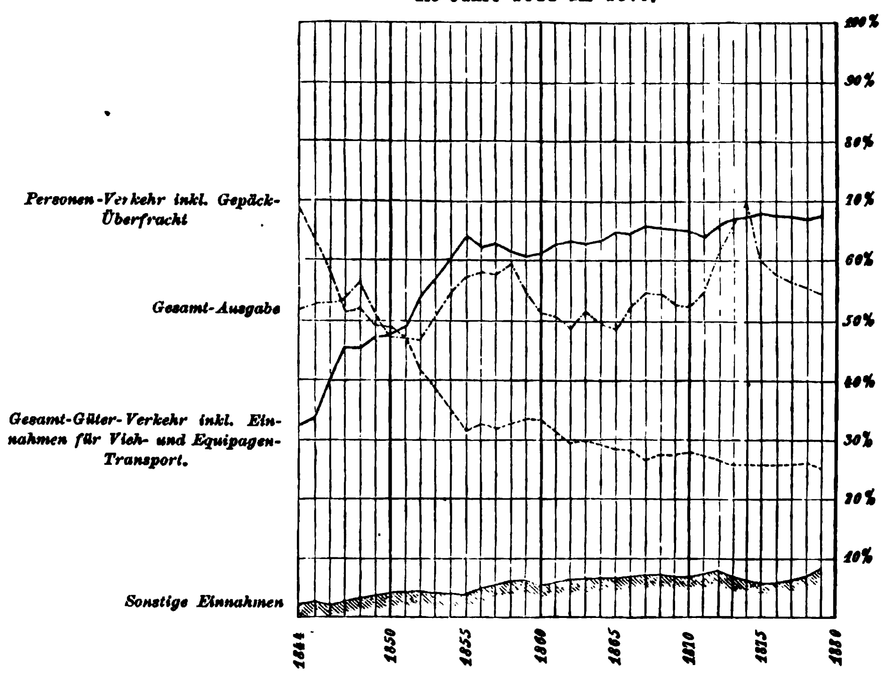
In der Tabelle XXVI sind die Kosten pro Kilometer für die verschiedenen deutschen und österreichischen Bahnen aufgeführt. Durch Vergleichung des für ähnlich situierte Bahnen in dieser Tabelle angegebenen Anlage-Kapitals, mit dem nach Obigem berech-

neten Kapitale wird man sich annähernd über die Möglichkeit eines rentablen Bahnbaues ein Urteil bilden können, doch bleibt es Sache der generellen Vorarbeiten bestimmt zu ermitteln, ob und in welcher Weise für das anwendbare Kapital eine Bahn zu bauen ist.

Wir bemerken indes schliefslich, dafs, wenn unter diesen Bedingungen die Bahn nur mit sehr starken Krümmungs- und Steigungs-Verhältnissen gebaut werden kann, man wohl beachten soll, dafs auch durch die gröfseren dadurch entstehenden Betriebskosten das verwendbare Kapital selbstverständlich kleiner werden mufs. In diesen Fällen wird man statt des Durchschnittssatzes von 60% der Brutto-Einnahmen für Betriebskosten einen höheren einführen, also nach Mafsgabe der Daten in der Tabelle XXVI oder der in Kap. II dieses Handbuches gegebenen Regeln den Koeffizient 0,4 in Formel 8 entsprechend geändert werden müssen.

Fig. 3.

Graphische Darstellung der Einnahmen aus dem Personen-Verkehr, Güter-Verkehr und den sonstigen Einnahmen, sowie der Gesamt-Ausgabe der preufsischen Eisenbahnen in Prozenten der Gesamt-Einnahmen für die Jahre 1844 bis 1879.



§ 3. Bestimmung der allgemeinen Richtung der Bahn nach Mafsgabe des Verkehrs. In dem vorigen Paragraphen haben wir bei der Berechnung der Einnahmen sowohl die Länge der Bahn, als auch die berührten Stationsorte von vornherein als feststehend angenommen. Dies ist in dem Falle zulässig, wenn der Verkehr der Gegend sich auf einzelne gröfsere Ortschaften beschränkt, welche nach ihrer Lage die Richtung der Bahn und die Länge derselben, sowie die Stationsorte ohne weiteres bestimmen. Anders gestaltet sich indes die Sache, wenn gröfsere Orte für die Bahn-Anlage in Frage kommen, deren Lage gegeneinander die Zweckmäfsigkeit einer direkten Verbindung derselben fraglich erscheinen läfst. In solchem Falle ist zu untersuchen, wie weit eine Verbindung aller dieser Orte die Rentabilität der Bahn-Anlage vermehrt oder vermindert, sowie event., ob eine alle diese Orte direkt berührende Bahn oder eine grade Haupt-

richtung mit anschliefsenden Zweigen nach einem oder mehreren Orten für das Unternehmen rentabler ist.

Man wird durch Rechnung nach den oben entwickelten Formeln zu einem direkten Resultate kommen, indem man die Einnahmen berechnet für eine Bahn von $L + l_1$ Kilometer, und für zwei Bahnen, eine von L und eine andere von l_2 Kilometer, wenn L die Länge der direkten Bahn, l_1 die Verlängerung durch den Umweg bei Berührung aller in Frage kommenden Orte gegen die direkte Bahn, l_2 die Länge der etwaigen Zweigbahn vorstellen.

In der Wirklichkeit wird man jedoch in diesem Falle die Formel 7 nicht so unbedingt anwenden können, da viele Nebenumstände, die einesteils auf lokale Verhältnisse, andernteils auf den unvorteilhaften Betrieb einer Sackbahn Bezug haben, in Rechnung gezogen werden müssen.

Bei vermutlich gleichen Einnahmen wird man auch zu untersuchen haben, ob die Summe der jährlichen Betriebskosten und der Zinsen des Anlage-Kapitals für eine neue Linie $A\,C\,B$ gröfser oder kleiner ist, als dieselbe Summe für die direkte Linie $A\,B$, die Zweigbahn nach C und den Abzweigungs-Bahnhof. Hat man schliefslich die Zweckmäfsigkeit des Baues einer Zweigbahn festgestellt, dann bleibt weiter zu erwägen, wie weit eine etwaige Ablenkung der Hauptbahn nach C hin trotzdem wünschenswert ist und läfst sich, je nachdem der Verkehr von C nach A oder nach B hin gröfser ist, durch Rechnung feststellen, um wieviel der Abzweigungs-Bahnhof näher nach A oder nach B hin anzulegen ist.

Launhardt führt diese Rechnung in der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins 1872, Heft 4 speciell für Wege-Anlagen weiter aus und konstruiert auf graphischem Wege nach der Bedeutung der Orte die beste Lage der Verkehrswege und der entsprechenden Abzweigungen. Es möchte hier zu weit führen, näher auf diese Methode einzugehen, zumal für Eisenbahnen eine direkte Anwendung dieses Verfahrens nicht wohl möglich ist, weil die durch die Zweigbahnen entstehenden Betriebs-Erschwernisse nicht ohne weiteres in die Rechnung aufgenommen werden können, es dürfte indessen der erwähnte Aufsatz zum Studium empfohlen werden, da in keiner Weise das Prinzip, nach welchem derartige Rechnungen auch für Eisenbahnen auszuführen sind, besser veranschaulicht werden kann.

Im Vorhergehenden haben wir das Wesen der kommerziellen Tracierung im allgemeinen zu schildern gesucht, und bemerken zum Schlufs, dafs, wenn auch von den gegebenen Formeln nicht grade mathematisch genaue Resultate zu erwarten sind, diese doch durch ihre grofse Annäherung an die wirklichen Ergebnisse einen schätzenswerten Anhalt bieten. Wir hoffen, dafs dieser Methode weitere Untersuchung und Vervollkommnung zu Teil werden möge.

Nachfolgend sollen zur besseren Erläuterung des in den vorigen Paragraphen Behandelten noch einige Erwägungen und Berechnungen Platz finden.

Aus der Tabelle XXVI geht hervor, wie grofs das Anlage-Kapital für einen Kilometer bei verschiedenen Bahnen ist. Es möchte von Interesse sein, zu sehen, wieviel Einwohner in den Stationsorten wohnen müssen, damit das Anlage-Kapital bei verschiedenen Bahnlängen rentabel sei.

Wir haben für das anwendbare Anlage-Kapital gefunden, $C = 9{,}04\,E$. Benutzt man nur diesen Durchschnittswert, so wird die Formel:

$$C = 9{,}04\left\{m P \frac{A}{L}\left(1+\frac{A}{L}\right)+n T \frac{B}{L}\left(1+\frac{B}{L}\right)\right\}\Sigma e$$

oder die Gesamt-Summe der Einwohner in allen Stationsorten

$$\Sigma e = \frac{C}{9{,}04\left\{m \,.\, P \,.\, \frac{A}{L}\left(1+\frac{A}{L}\right)+n T \,.\, \frac{B}{L}\left(1+\frac{B}{L}\right)\right\}},$$

somit pro Kilometer

$$\Sigma e = \frac{C}{9{,}04\left\{m \,.\, P \,.\, \frac{A}{L}\left(1+\frac{A}{L}\right)+n T \frac{B}{L}\left(1+\frac{B}{L}\right)\right\}} \cdot \frac{1}{L}.$$

Der Mittelwert für das Anlage-Kapital C folgt aus der Tabelle XXVI und ist $= 212\,500$ M., $m = 13{,}8$, $n = 5{,}75$ aus Tabelle V, $P = 0{,}035$ M., $T = 0{,}046$ M. aus der Eisenbahnstatistik der deutschen Bahnen für 1873, während die Werte $\frac{A}{L}\left(1+\frac{A}{L}\right)$ und $\frac{B}{L}\left(1+\frac{B}{L}\right)$ nach Maßgabe der zu betrachtenden Länge aus der Fig. 1, S. 19, entnommen sind.

Mit Benutzung dieser Zahlen haben wir für verschiedene Bahnlängen die Einwohnerzahl berechnet, die für diese Länge erforderlich ist, damit das Anlage-Kapital rentabel sei. Die Resultate folgen hierunter:

Tabelle XII.

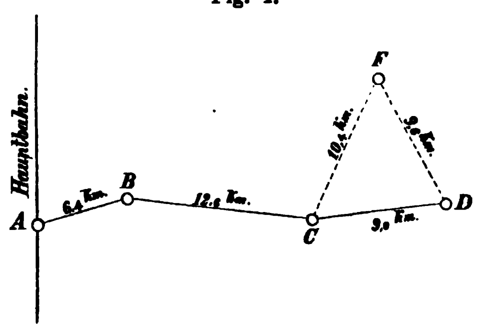
Bahnlänge km	Zahl der pro Kilometer in den Stationsorten erforderlichen Einwohner.
30	858
75	551
150	501
400	472

Wir heben besonders hervor, daſs der obigen Rechnung der Mittelwert für das Anlage-Kapital pro Kilometer Hauptbahnen zu Grunde gelegt wurde. Der Bau sekundärer Bahnen ist bedeutend billiger; es kann dabei das Anlage-Kapital bis auf 30000 bis 40000 M. reduziert werden, so daſs auch für solche Bahnen die zur Rentabilität erforderliche Einwohnerzahl bedeutend geringer wird.

Es mag noch ein Beispiel folgen, in welchem die besprochenen Fälle zusammengefaſst sind.

Sei A die Station der Hauptbahn und nehmen wir an, man wolle eine Bahn von A über B und C nach D bauen, so kann, wenn ein bedeutender Ort F seitlich in der Nähe liegt, in Frage kommen, ob entweder die Bahn mit dem Umweg über F zu führen oder eine Sackbahn nach F zu bauen, oder endlich F gar nicht mit der Bahn zu verbinden ist. Für diese drei Fälle sollen die Einnahmen, das anwendbare Anlage-Kapital u. s. w. berechnet werden.

Fig. 4.



Sei die Einwohnerzahl von

A: 11000,
B: 2100,
C: 2500,
D: 6500,
F: 6000,

während die Bahnlänge $ABCD = 28$ km, die Bahnlänge $ABCFD = 39$ km, die Bahnlänge $CF = 10{,}4$ und $FD = 9{,}6$ km ist. (Siehe Fig. 4.)

Die zu berührenden Ortschaften haben alle mehr als 2000 Einwohner, es kommen daher allein die Koeffizienten m_4, n_4, m_5 und n_5 nach Tabelle IV in Betracht und wird, wenn wir die früheren Preise pro Personen- und Tonnen-Kilometer mit 0,0354 M. und 0,0464 M. einführen, und eine 5prozentige Verzinsung des Anlage-Kapitals voraussetzen, die zur Bestimmung der Einnahmen pro Kilometer zu benutzende Formel:

$$E = \left\{\frac{A}{L}\left(1+\frac{A}{L}\right).0{,}0354\,.\,13{,}75 + \frac{B}{L}\left(1+\frac{B}{L}\right).0{,}0464\,.\,7{,}3\right\} \Sigma e_4 +$$
$$\left\{\frac{A}{L}\left(1+\frac{A}{L}\right)0{,}0354\,.\,9{,}15 + \frac{B}{L}\left(1+\frac{B}{L}\right).0{,}0464\,.\,3{,}25\right\} \Sigma e_5\,.$$

In nachstehender Tabelle sind für die verschiedenen zur Vergleichung kommenden Fälle die Resultate zusammengestellt, zu deren Berechnung die Werte

$\frac{A}{L}\left(1+\frac{A}{L}\right)$ und $\frac{B}{L}\left(1+\frac{B}{L}\right)$ aus Fig. 1, S. 19 entnommen wird.

Tabelle XIII.

Lauf. Nummer.	Bezeichnung der Bahn.	Länge der Bahn L km	Summe der Einwohner für Stationen mit 2000 bis 5000 Einwohner. Σe_4	Summe der Einwohner für Stationen mit über 5000 Einwohner. Σe_5	Berechnete Einnahmen pro Kilometer E Mark	Aufwendbares Anlagekapital pro Kilometer $C = 9{,}1\,E$ Mark	für die Haupt- u. Zweigbahnen zusammen Mark	Bemerkungen.
1	Bahn direkt von A über B und C nach D	28	4600	10 166	8 590	77 654		A ist als Abzweigstation mit 1/3 der Einwohnerzahl in Rechnung gestellt.
2	Bahn von A über B, C, F nach D	39	4600	16 166	9 861	89 143		
3	Bahn von A, B, C, D nach F (*)	37,6	4600	16 166	10 095	91 259		
4	Bahn direkt von A über B und C nach D	28	3760	10 166	8 086	73 097	66 284	ad 4. C für Hauptbahn 2/3, für Zweigbahn 1/3.
	mit Zweigbahn F C	10,4	833	6 000	7 071	47 941*		

Aus dieser Tabelle geht hervor, dafs, wenn das Terrain nur einige Schwierigkeiten bietet, überall eine Bahn von nur sekundärem Charakter gebaut werden darf.

Eine Zweigbahnverbindung mit F ist der ungünstigste Fall. Dies tritt noch mehr hervor, wenn F mehr Einwohner hat, als oben angenommen wurde, z. B. 20000, die übrigen Verhältnisse aber dieselben bleiben. Hierbei schliefsen wir jedoch pos. 3 aus und nehmen an, dafs später die Bahn von D aus weiter gebaut werden soll. Diese Annahme ist nötig, da sonst selbstverständlich die Bahn statt nach D nach F geführt wird. Die Resultate gestalten sich dann folgendermafsen:

Tabelle XIV.

Lauf. Nummer.	Bezeichnung der Bahn.	Länge der Bahn L km	Summe der Einwohner für Stationen mit 2000 bis 5000 Einwohner. Σe_4	Summe der Einwohner für Stationen mit über 5000 Einwohner. Σe_5	Berechnete Einnahmen pro Kilometer E Mark	Aufwendbares Bau- und Betriebskapital pro Kilometer $C = 9{,}1\,E$ Mark	für die Haupt- u. Zweigbahnen zusammen Mark	Bemerkungen.
1	Bahn direkt von A über B und C nach D	28	4600	10 166	8 590	77 654		A mit 1/3 der Einwohner in Rechnung gebracht.
2	Bahn von A über B, C, F nach D	39	4600	30 166	15 398	139 198		
3	vacat.							
4	Bahn direkt von A über B und C nach D	28	3760	10 166		73 097	90 691	C für die Hauptbahn mit 2/3, für die Zweigbahn mit 1/3 der Einwohner in Rechnung gebracht.
	mit Zweigbahn F C	10,4	833	20 000	20 330	138 244*		

(*) Kommt überall nur in Frage, wenn die Bahn später über D hinaus nicht weiter geführt werden soll.

* Hier sind wegen der gröfseren Betriebskosten einer Sackbahn die Kosten auf 70% der Einnahmen oder $C = 6{,}78\,E$ berechnet.

II. Technische Tracierung.

A. Bestimmungen und allgemeine Regeln für die Anlage von Eisenbahnen.

Bei den technischen Vorarbeiten für eine neue Bahn sind eine Reihe von Regeln zu beachten, welche sich aus der Praxis herausgebildet haben. Sie sind von dem „Verein deutscher Eisenbahn-Verwaltungen" in die Fassung der „Technischen Vereinbarungen" gebracht, in welcher sie für alle dem genannten Verbande angehörigen Eisenbahn-Verwaltungen teils unbedingt bindend, teils mehr oder weniger mafsgebend sind. Für das deutsche Reich sind zufolge Bundesrats-Beschlusses die in der Note No. 1 auf S. 4 angeführten „Normen für die Konstruktion und Ausrüstung" und das „Bahnpolizei-Reglement" — beide für Hauptbahnen — sowie die „Bahnordnung für Bahnen untergeordneter Bedeutung", welche sämtlich in allen wesentlichen Punkten sich eng an die „technischen Vereinbarungen" anlehnen, gesetzlich verbindlich.

Bevor wir auf die Arbeiten für die technische Tracierung näher eingehen, lassen wir aus den genannten Vereinbarungen und Bestimmungen die für unsern Zweck wichtigeren hierunter folgen:

§ 4. Bestimmungen aus den technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen über den Bau und die Betriebseinrichtungen der Haupt-Eisenbahnen (nach den Beschlüssen der Versammlung der Techniker zu Graz am 19. und 20. Mai 1882).

§ 1. Bei dem Entwurfe solcher Eisenbahnen, bei welchen die Notwendigkeit der späteren Herstellung von Doppelgleisen nicht ausgeschlossen erscheint, ist auf die Anlage eines solchen in angemessener Weise von vornherein Bedacht zu nehmen.

§ 2. Die gröfsten Längen-Neigungen der Hauptbahnen sollen in der Regel nicht mehr als 1:40 (25‰) betragen.

Die Neigungswechsel sind mittels möglichst schlanker Kurven abzurunden.

Zwischen Gegengefällen oder Gegensteigungen von 1:200 (5‰) und darüber soll eine annähernd horizontale Strecke, wenn thunlich von der Länge eines Güterzugs, eingelegt werden.

§ 3. Die Halbmesser der Kurven in freier Bahn sollen möglichst grofs gewählt werden.

Halbmesser unter 300 m sind nur ausnahmsweise zulässig.

Kurven von weniger als 180 m Halbmesser sind unzulässig.

Parabolische Übergangskurven zwischen den geraden und gekrümmten Bahnstrecken sind zu empfehlen.

Zwischen den Überhöhungsrampen des äufseren Schienenstranges zweier entgegengesetzter Krümmungen soll eine gerade Strecke von mindestens 10 m Länge liegen.

In den steileren Neigungen einer Bahn sollen möglichst flache Kurven angewendet und die Neigungswechsel thunlichst in die Gerade gelegt werden.

§ 4. Die normale Spurweite ist 1,435 m im Lichten der Schienen.

Abweichungen von diesem Mafse — als Folge des Betriebes — sind bis zu 3 mm darunter und 6 mm darüber zulässig.

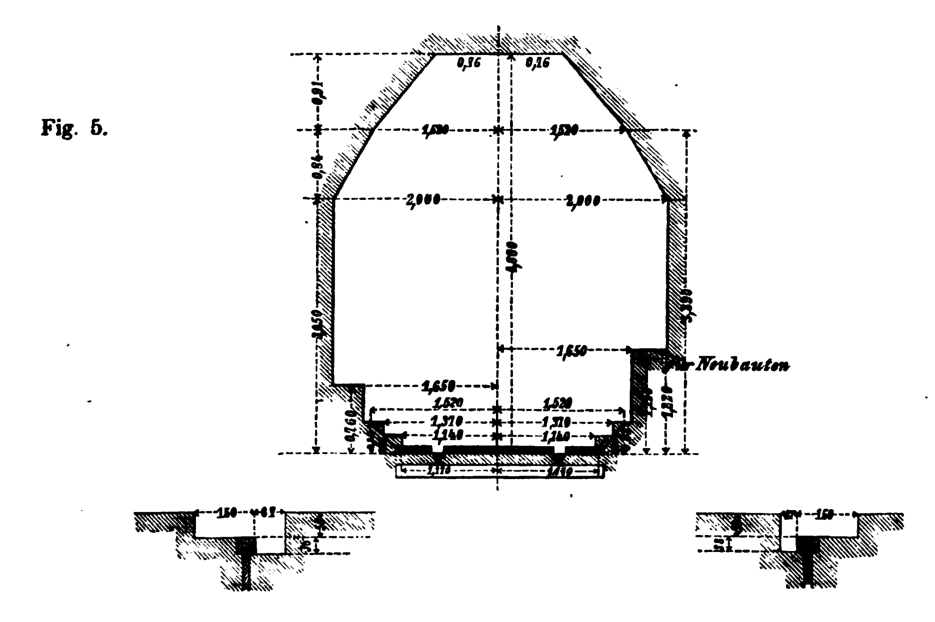
§ 5. Die Spurweite in Krümmungen mit Halbmessern unter 1000 m ist im Verhältnis zur Abnahme der Länge der Halbmesser angemessen zu vergröfsern. Diese Vergröfserung darf jedoch das Mafs von 30 mm, selbst bei einem Halbmesser von 180 m, nicht übersteigen.

§ 6. Das Normalprofil des für die freie Bahn mindestens offen zu haltenden lichten Raumes ist das in nachstehender Figur 5 links gezeichnete; dabei ist in Krümmungen auf die Spurerweiterung und Gleisüberhöhung Rücksicht zu nehmen.



Es wird empfohlen, bei Neubauten die unteren Stufen des Normalprofils durch Abgrenzung desselben nach den dort schräg gezogenen Linien zu ersetzen. Das Mafs der Entfernung der Erhebung fester Teile über Schienen-Oberkante aufserhalb des Gleises kann von 150 auf 135 mm eingeschränkt werden, wenn der erhöhte Teil mit der Fahrschiene fest verbunden ist.

Fig. 5.



§ 7. **Die Gleise der freien Bahn dürfen von Mitte zu Mitte nicht weniger als 3,500 m von einander entfernt sein.**

Treten den vorhandenen Doppelgleisen noch weitere Gleise hinzu, so ist deren Entfernung von den bestehenden, sowie unter sich nicht unter 4 m anzunehmen.

Bei Erbauung neuer Bahnen wird, um das Normalprofil des lichten Raumes wirklich herzustellen, eine Entfernung von Mitte zu Mitte der Gleise von mindestens 4 m empfohlen.

§ 8. Die Kronenbreite des Bahnkörpers ist so zu bemessen, dafs die Entfernung des Schnittpunktes einer durch die Unterkante der Schienen gelegten Linie mit der Böschungslinie von der Mitte des nächsten Gleises nicht unter 2 m beträgt.

§ 9. Die Bahnkrone in Höhe der Schienenunterkante soll, aufser bei Bahnstrecken in eingedeichtem Lande, in der Regel mindestens 600 mm über den bekannten höchsten Wasserstand gelegt werden.

Die Sohle der Bahnbettung soll unter allen Umständen eine vollständige Entwässerung erhalten.

Empfohlen wird, die Aufsenbanquetts ganz aus durchlassendem Material zu bilden.

§ 10. Die Bahnbettung soll unter Unterkante der Schwellen mindestens 200 mm hinabreichen.

Das Material derselben soll von der Art sein, dafs weder Nässe noch Frost dasselbe verändern können.

§ 11. Die Schienen sollen aus gewalztem Eisen oder Stahl bestehen und in der Regel in Längen von nicht weniger als 6 m verwendet werden.

§ 12. Der Kopf der Schienen soll nicht weniger als 57 mm breit sein und eine ebene oder eine mit mindestens 200 mm Halbmesser gewölbte Oberfläche haben.

Bei Neubeschaffungen mufs die obere seitliche Abrundung des Kopfes mit einem Halbmesser von 14 mm erfolgen.

§ 13. Die Schienen sollen an ihren Enden in einer zu ihrer Achse normalen Ebene abgeschnitten sein.

Das Abfasen der Kanten der Schnittfläche in den von den Rädern berührten Stellen bis zu einer Breite von 2 mm, diagonal gemessen, wird empfohlen.

§ 14. Für die Höhe der Schienen wird bei Querschwellen-Oberbau ein Mafs von nicht unter 125 mm empfohlen. Auf Bahnen, welche gewöhnlich mit leichteren Lokomotiven befahren werden, oder bei Schienen, welche kontinuierlich unterstützt sind, kann dem Gewichte der Lokomotiven und der Unterstützungsart der Schienen entsprechend, die Höhe der letzteren eine geringere sein.

Für die Breite des Schienenfufses wird bei Querschwellen ein Mafs von nicht unter 0,8, bei Langschwellen nicht unter 0,7 der Schienenhöhe empfohlen.

§ 15. Schienen für Gleise, welche von Lokomotiven befahren werden, sollen mit Rücksicht auf ihre Unterstützung so stark konstruiert sein, dafs jede Stelle der einzelnen Schienen mindestens 7000 kg bewegter Last mit Sicherheit tragen kann.

§ 16. Die Schienen sollen nach Innen geneigt gestellt sein und soll diese Neigung mindestens $^1/_{20}$ der Höhe betragen.

§ 17. **Die Oberflächen der beiden Schienen eines Gleises müssen in geraden Strecken in gleicher Höhe liegen.**

In Krümmungen mufs die äufsere Schiene mit Berücksichtigung der gröfsten auf der betreffenden Bahnstrecke gestatteten Fahrgeschwindigkeit um so viel höher als die innere gelegt werden, dafs von den Spurkränzen der Räder ein thunlichst geringer Angriff auf die inneren Schienenkanten ausgeübt wird.

Die Überhöhung des äufseren Schienenstranges soll an den Tangentialpunkten des Kreisbogens vollständig vorhanden sein.

Die Überhöhung mufs in den geraden Linien, beziehentlich in den parabolischen Übergangskurven auf eine Länge auslaufen, welche mindestens das 200fache der Überhöhung beträgt.

Wenn zwischen zwei benachbarten in gleichem Sinne gebogenen Krümmungen eine gerade Linie von weniger als 40 m Länge liegt, soll die Gleisüberhöhung auch in der Geraden durchgeführt werden.

§ 18. **An der Innenseite der Schienen eines Gleises müssen alle Befestigungsmittel, als Stühle, Schrauben, Nägel u. s. w. auch bei gröfster Abnutzung der Schienen mindestens 38 mm unter dem höchsten Punkte des Schienenkopfes liegen.**

§ 19. Die Stofsverbindungen der beiden Schienen eines Gleises in gerader Linie sollen einander normal gegenüber angeordnet werden. In Krümmungen ist das Legen der Schienen mit verwechselten Stöfsen zulässig.

§ 20. **Bei den Stofsverbindungen der Schienen ist auf die durch Temperaturwechsel entstehenden Veränderungen der Längen Rücksicht zu nehmen.**

§ 21. **In Hauptgleisen ist die Befestigung breitbasiger Schienen an den Stöfsen blos mit Hakennägeln oder Schrauben, ohne weitere Verbindung der Schienen, unzulässig.**

§ 25. Als Schienenunterlagen können Holz, Stein und Eisen verwendet werden u. s. w.

§ 26. Von den Holzschwellen eignen sich diejenigen aus hartem Holze am besten. Das Imprägnieren der Schwellen mit einer Substanz, welche das Holz gegen Fäulnis schützt, ist überhaupt, bei Schwellen aus weichem Holze unbedingt, zu empfehlen.

§ 27. Bei der Anwendung von Unterlagen aus Holz ist das System der Querschwellen dem der Langschwellen unbedingt vorzuziehen.

§ 30. Steinunterlagen sind, wenn das Gewicht des Betriebs-Materials und die Fahrgeschwindigkeit solche noch zweckmäfsig erscheinen lassen, bei neuen Bahnen nur da zu gestatten, wo das Bettungs-Material den gewachsenen Boden erreicht.

§ 31. Steinunterlagen sollen auf Dämmen nur dann gelegt werden, wenn diese sich vollkommen konsolidiert haben.

§ 33. Oberbau-Konstruktionen aus Eisen haben sich in technischer Beziehung bewährt.

Bei Anwendung solcher Konstruktionen kann nach den bisherigen Erfahrungen sowohl ein Langschwellensystem, als auch die Verwendung eiserner Querschwellen empfohlen werden.

§ 35. Für Brücken ist eine solide Wölbung von guten Steinen oder Ziegeln jeder Konstruktion von anderem Material vorzuziehen, wenn nicht besondere Gründe die Wahl einer Eisenkonstruktion vorteilhafter erscheinen lassen.

§ 36. Hölzerne Brücken sollen nur ausnahmsweise ausgeführt werden.

Bei Brücken aus Eisen oder Stahl sollen die tragenden Teile der Brückenbahn aus gewalztem oder geschmiedetem Material bestehen.

Eine Prüfung der Brücken vor der Inbetriebsetzung, sowie eine periodische genaue Revision derselben, bei gröfseren Brücken mit Beobachtung der Durchbiegungen bei den gröfsten im Betriebe vorkommenden Belastungen, ist notwendig.

§ 38. Der Winkel, unter welchem Übergänge in gleicher Ebene mit der Bahn die Gleise kreuzen, soll in der Regel nicht kleiner sein als 30 Grad.

§ 39. Übergänge von Kunststrafsen sind in einer solchen Länge nahezu horizontal anzulegen, dafs die Fuhrwerke fast horizontal stehen, bevor die Zugtiere an der Deichsel die Schienen erreichen.

§ 41. Bei Wegeübergängen über Gleise von normaler Spurweite mufs der Raum für den Spurkranz 67 mm breit und wenigstens 38 mm tief sein (vergl. § 18.)

Bei Übergängen über Gleise mit einer vergröfserten Spurweite mufs der Raum für den Spurkranz um ein gleiches Mafs über 67 mm erweitert werden.

§ 42. Die Spurrinne ist so zu konstruieren, dafs die übergehenden Zugtiere sich nicht mit ihren Hufen darin festklemmen können.

§ 43. Einfriedigungen sollen da angelegt werden, wo die gewöhnliche Bahnbewachung nicht ausreicht, um Menschen oder Vieh vom Betreten der Bahn abzuhalten.

Zwischen der Eisenbahn und den Wegen, welche unmittelbar neben derselben in gleicher Ebene oder höher liegen, sind Schutzwehren erforderlich. Gräben mit Seitenaufwurf sind als solche anzusehen.

§ 44. Die Übergänge in gleicher Ebene mit der Bahn sind mit leicht sichtbaren Schranken (Barrièren) in angemessener Entfernung von dem nächsten Gleise zu versehen.

Für Fufsgänger können solche Übergänge mit Drehkreuzen oder anderen, in mindestens gleicher Weise sichernden Verschlüssen versehen werden.

§ 45. Von den Wärterposten entfernt stehende Zug-Schranken (Zug-Barrièren) zur Sperrung von Übergängen sind an nicht stark benutzten Wegen zulässig.

§ 46. Die Bahnwärter, welche dieselben bedienen, sollen von ihrem Standpunkte aus den Übergang übersehen oder auf andere Weise kontrolieren können.

§ 47. Die Zug-Schranken sollen auch mit der Hand geöffnet und geschlossen werden können und mit einer Glocke versehen sein, mit welcher vor dem Niederlassen der Sperrbäume zu läuten ist.

Beide Einrichtungen können fehlen, sofern die Schranken mindestens 7,500 m von der nächsten Schiene entfernt aufgestellt sind.

§ 48. Die Bahn soll in Längenabschnitten von je 100 m mit Abteilungszeichen versehen werden.

§ 49. Hauptneigungswechsel der Bahn sind durch Neigungszeiger zu bezeichnen.

§ 50. Auf Vorkehrungen zur Vermeidung von Schneeverwehungen und Schneeverschüttungen ist schon bei Anlage der Bahn Rücksicht zu nehmen.

§ 51. In Waldungen, Heiden und trockenen Mooren ist zur Sicherheit gegen Brände ein Streifen wund zu halten oder nur in solcher Weise zu benutzen, dafs die Fortpflanzung des Feuers gehindert wird. Die Breite des Streifens ist nach der Örtlichkeit zu bestimmen.

Derselbe Zweck kann auch durch Anlage von Schutzgräben erreicht werden, welche in entsprechender Entfernung vom Bahngleise anzulegen und von brennbaren Gegenständen rein zu halten sind.

Holzbestände, welche einen Umbruch befürchten lassen und dabei das Bahngleise erreichen können, sind zu beseitigen.

§ 52. Für diejenigen Gleise der Bahnhöfe, auf welchen Züge bewegt werden, ist das in Fig. 5 rechts gezeichnete Normalprofil des lichten Raumes, unter Berücksichtigung der Spurerweiterung und der Gleisüberhöhung in Krümmungen mindestens inne zu halten.



Für die durchgehenden Gleise der Bahnhöfe ist die Innehaltung des in Fig. 5 links gezeichneten Profils zu empfehlen.

Bei Neubauten ist das Höhenmaſs der dritten Stufe des Normalprofils zu 1,120 m anzunehmen und wird an Stelle der zwei untersten Stufen die Abgrenzung nach den schräg gezogenen Linien empfohlen.

§ 53. Die Bahnhöfe sollen in der Regel in gerader Linie und horizontal, keinesfalls aber, abgesehen von Rangierköpfen nebst Abzweig-, Weichen- und Ablaufgleisen, in einer stärkeren Neigung als 1:400 (2,5‰) angelegt werden.

Die Länge der Bahnhöfe soll mit Rücksicht auf die längsten, die anschlieſsenden Strecken befahrenden Züge ausreichend bemessen werden.

Da, wo sehr lange Züge mit einander zu kreuzen haben, können die Endweichen auch in gröſsere Neigungen als 1:400 (2,5‰) gelegt werden.

§ 54. Die Anlage der Bahnhöfe in der Art, daſs die Gleise von den Reisenden überschritten werden, ist zulässig.

§ 55. Auf den gröſseren Bahnhöfen sind die Anlagen für den Personen-Verkehr von denen für den Güter-Verkehr einschlieſslich der Zu- und Abfahrten zu trennen u. s. w.

§ 56. Von den Zwischen-Bahnhöfen sollen die 4 Bedingungen erfüllt werden, daſs:

a. Züge dieselben, ohne anzuhalten, mit Sicherheit durchfahren können;
b. Züge nie unnötig Ausweichkurven befahren;
c. Züge einander ausweichen können;
d. Züge möglichst wenig Weichen gegen die Spitze befahren.

§ 57. Zwischen-Bahnhöfe sollen in der Regel auſser den beiden Hauptgleisen mindestens noch ein drittes und den Raum für ein viertes Gleis erhalten.

Für kleinere Zwischen-Bahnhöfe und Haltestellen genügen auch beschränktere Anlagen; namentlich sind bei solchen auch gröſsere, als die im § 53 angeführten Neigungen zulässig.

§ 58. An der Einmündung zweier oder mehrerer Bahnen ist eine vollständige Vereinigung der Bahnhöfe wünschenswert; mindestens sind die Personenbahnhöfe aneinander zu legen.

Letztere sind, namentlich da, wo der durchgehende Personenverkehr den Lokalverkehr erheblich übertrifft, zweckmäſsig so anzuordnen, daſs das Empfangsgebäude sich zwischen den Bahnen befindet und die auf beiden Seiten liegenden Perrons in unmittelbarer Verbindung stehen.

Zwischen den Gleisen der verschiedenen Bahnen, besonders zwischen den Güterbahnhöfen, sind bequeme Schienenverbindungen herzustellen.

Der Anschluſs von Zweigbahnen an Hauptbahnen, besonders derselben Verwaltung, ist in der Regel an derjenigen Seite des Bahnhofes auszuführen, an welcher die Zweigbahn liegt.

§ 59. Wo eine Kopfstation für mehrere zusammenlaufende Bahnlinien angelegt wird, empfiehlt es sich, auſserhalb des Personenbahnhofes, wenn die örtlichen Verhältnisse es gestatten und erfordern, eine Verbindung der verschiedenen Bahnlinien für durchfahrende Züge herzustellen.

§ 60. Für eine gründliche Entwässerung der Bahnhöfe ist in geeigneter Weise Sorge zu tragen.

§ 62. Als geringste Entfernung der Gleise von Mitte zu Mitte werden auf Bahnhöfen 4,500 m als wünschenswert erkannt.

Für Hauptgleise, zwischen denen Perrons anzulegen sind, ist eine Entfernung von mindestens 6 m von Mitte zu Mitte zu empfehlen. Für kleinere Bahnhöfe und Haltestellen ist hierfür als geringstes Maſs 5 m zulässig.

§ 63. Die Kurven der Ausweichungen, durch welche Züge fahren, sollen mit Halbmessern von mindestens 180 m ausgeführt werden. Empfehlenswert ist es, die Kurven der Endweichen der Bahnhöfe mit Halbmessern von etwa 300 m anzulegen.

Zwischen den beiden Gegenkrümmungen eines Verbindungsgleises soll eine gerade Linie von mindestens 6 m liegen.

Die Überhöhung des äuſseren Schienenstranges kann bei den Weichenkurven unterbleiben.

Die Vergröfserung der Spurweite in den Krümmungen ist bis zu 30 mm zulässig (vergl. § 5).

§ 64. Als eine zweckmäfsige Konstruktion der Weichen wird eine solche mit beweglichen, gleichlangen und unterschlagenden Zungen bezeichnet.

Die Spitzen der Zungen sollen mindestens 100 mm, im übrigen so weit aufschlagen, dafs an keiner Stelle ein Anstreifen der Räder an der Zunge stattfinden kann.

Einfallhaken bei selbstwirkenden Weichen sind unzulässig.

Die Gegengewichte sind in der Regel zum Umlegen einzurichten.

Es empfiehlt sich, an der Herzstückspitze die normale Spur einzuhalten.

Der normale Abstand der Leitkante der Zwangsschienen von der gegenüberliegenden Herzstückspitze soll 1,394 m mit einer durch Abnutzung entstehenden zulässigen Abweichung von 3 mm unter diesem Mafs betragen.

Die Zwangsschienen sind an ihren Enden mit möglichst schlankem Einlauf zu konstruieren.

Weichen, bei welchen, wenn sie auf ein falsches Gleis gestellt sind, die Räder von den Schienen ablaufen können, sind in Gleisen für durchgehende Züge unzulässig.

§ 65. Ausweichungen für drei Gleise sind bei guter Konstruktion und entsprechender Signalvorrichtung auch in Hauptgleisen zulässig.

§ 66. Bei Anlage von englischen Weichen empfiehlt es sich den Kreuzungswinkel möglichst stumpf, jedenfalls dessen Tangente nicht kleiner als 1:10 zu machen, ferner die Kreuzungsspitze bis in den mathematischen Durchkreuzungspunkt fortzuführen, und die innere Zwangsschiene bis zu 50 mm über Schienen-Oberkante zu erhöhen.

§ 67. Zwischen zusammenlaufenden Gleisen ist bei 3,500 m Entfernung von Mitte zu Mitte der Gleise ein Markierzeichen anzubringen, welches die Grenze bezeichnet, bis zu welcher in jedem Gleise Fahrzeuge vorgeschoben werden können, ohne das benachbarte zu sperren.

§ 68. Auf Lokomotiv-Stationen ist eine Drehscheibe notwendig. Für dieselbe wird ein Durchmesser von wenigstens 12 m empfohlen.

Nur bei ausschliefslicher Verwendung von Tender-Lokomotiven ist eine Drehscheibe entbehrlich.

§ 69. Die Hauptträger der Drehscheiben für Lokomotiven sollen von Schweifseisen, Flufseisen oder Stahl konstruiert werden.

§ 70. Schiebebühnen für Lokomotiven sollen aus Schweifseisen, Flufseisen oder Stahl konstruiert sein. Hölzerne Schiebebühnen für Wagen sind zulässig. Bei Schiebebühnen mit versenkten Gleisen sollen die Gruben nicht über 500 mm tief sein.

§ 71. **In durchgehenden Hauptgleisen sind Schiebebühnen mit versenkten Gleisen unzulässig.**

§ 72. Die Gruben zum Reinigen der Roste in den Hauptgleisen sind so anzulegen, dafs diese Arbeit erfolgen kann, während die Lokomotive Wasser und Brennmaterial einnimmt.

Offene Reinigungsgruben an den Stellen, wo das Publikum die Gleise überschreiten mufs, sind unzulässig.

§ 73. Für die An- und Abfahrt der Personenzüge sind auf den grofsen Bahnhöfen Hallen besonders zu empfehlen; diesem zunächst sind bedeckte Perrons als zweckmäfsig zu bezeichnen.

§ 74. Die Perrons in den Hallen und vor den Stations-Gebäuden sind zweckmäfsig nicht unter 7,500 m breit anzulegen. Für Haupt-Bahnhöfe ist eine gröfsere Breite der Perrons zu empfehlen.

Alle auf den Perrons feststehenden Gegenstände, wie Säulen u. s. w. müssen bis zu einer Höhe von 2,500 m über dem Perron mindestens 3 m im Lichten von der Mitte desjenigen Gleises entfernt sein, für welches der Perron benutzt wird.

§ 75. Für die Höhe der Personen-Perrons über Schienen-Oberkante ist das Mafs von 210 mm zu empfehlen, das Mafs von 380 mm noch zulässig.

§ 81. Güterschuppen erhalten zweckmäfsigerweise Fufsböden in der Höhe von 1,120 m über Schienen-Oberkante, Ladethore und Ladebühnen an beiden Langseiten und vortretende Dächer. Auf einer Seite liegt das Bahngleis, auf der anderen die Anfahrt.

Auf Haupt-Trennungs- und Umlade-Bahnhöfen wird der Güter- bezw. Umladeschuppen zweckmäfsig so angeordnet, dafs jeder Wagen für sich zu- und abgeführt werden kann, ohne das Ladegeschäft für die anderen Wagen zu hindern, was mit Drehscheiben oder Schiebebühnen zu erreichen ist.

Es empfiehlt sich für feuergefährliche Gegenstände getrennt liegende Schuppen anzuordnen.

§ 82. In der Nähe des Güterschuppens oder der Produkten-Ladeplätze soll sich eine Vorrichtung befinden, mittels welcher die Ladungen auf offenen Güterwagen bezüglich des gröfsten zulässigen Ladeprofils kontroliert werden können.

§ 83. Wagen- und Vieh-Rampen sind an Nebengleisen 1,120 m hoch über der Schienen-Oberkante und mit einer Neigung von höchstens $^1/_{12}$ so anzulegen, dafs die Wagen sowohl vom Ende, als auch von der Seite beladen werden können. Auch bewegliche Rampen sind zu empfehlen.

§ 86. Wasserstationen sind in entsprechenden Entfernungen anzulegen, und ist hierbei reichliche und sichere Versorgung der Lokomotiven mit gutem Speisewasser vorzusehen.

§ 87. Freistehende Wasserkrahne verdienen den Vorzug vor Krahn-Auslegern, welche über mehrere Gleise reichen.

Die Wasserleitungsröhren von den Wasserbehältern zum Wasserkrahn sollen mindestens 150 mm lichten Durchmesser haben.

Die Ausgüsse der Wasserkrahne müssen mindestens 2,850 m über der Oberkante der Schienen liegen.

Aus den Ausgufsröhren resp. den Krahnsäulen soll das Wasser vollständig abgelassen werden können.

§ 88. Im Lokomotivschuppen soll für jede Lokomotive so viel Raum vorhanden sein, dafs man bequem an allen Seiten derselben arbeiten kann.

Zwischen den Schienen sind durch unterirdische Kanäle zu entwässernde Arbeitsgruben von 700 — 850 mm Tiefe mit Stufen erforderlich u. s. w.

§ 92. Die Thoröffnungen der Lokomotivschuppen sollen mindestens 3,350 m lichte Weite und 4,800 m lichte Höhe über Schienen-Oberkante haben.

§ 96. Die Entfernung der Gleise in den Wagenschuppen soll nicht unter 4,400 m betragen u. s. w.

§ 97. Die Thoröffnungen sollen mit denen der Lokomotivschuppen gleich weit und hoch sein (vergl. § 92).

§ 99. Durch Anlage eigener, angemessen auszustattender Werkstätten ist für die sichere und schnelle Ausführung der Reparaturen an den Betriebsmitteln Sorge zu tragen.

Dieselben sind an den Haupt-Knotenpunkten des Verkehrs einzurichten und ist bei neuen Anlagen eine spätere Ausdehnung vorzusehen.

Die Anlage von Central- und Haupt-Werkstätten ist der von mehreren kleineren Werkstätten vorzuziehen.

§ 100. Es ist zweckmäfsig, die Gröfse sämtlicher bedeckten Arbeitsräume für einen Reparaturstand von 25% der Lokomotiven, 8% der Personenwagen und 3% der Güterwagen einzurichten. Aufserdem sollen noch 5% der sämtlichen Wagen auf den Gleisen innerhalb der Werkstätten-Einfriedigung aufgestellt werden können.

Die nachstehenden **Bestimmungen für sekundäre Bahnen** sind den von der Versammlung der Techniker des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen (Ende Juni 1876) in Konstanz beschlossenen Grundzügen für die Gestaltung der sekundären Eisenbahnen entnommen.

a. Sekundäre Bahnen I. Klasse, mit normaler Spurweite von 1,435 m, welche an die Haupt-Bahnen anschliefsen und auf denen eine Geschwindigkeit bis 40 km per Stunde zugelassen werden soll.



§ 1. Sekundäre Bahnen können eingleisig angelegt werden.

§ 2. Das Längengefälle, welches eine Bahn in der Regel nicht überschreiten soll, beträgt 1:40.

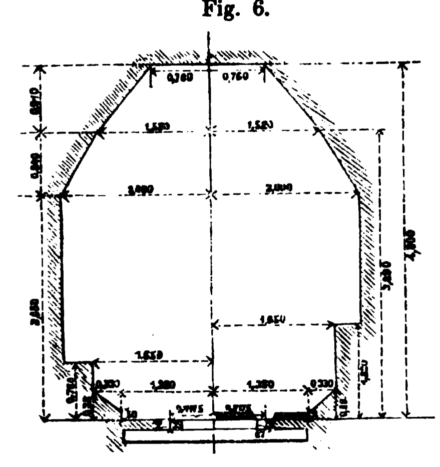
Die Gefällwechsel sind zur Gewinnung sanfter Übergänge mittels Kreisbogen von nicht zu kleinem Radius abzurunden.

§ 3. Die Minimalradien dürfen in der Regel nicht kleiner als 150 m sein. Der Übergang aus der geraden Strecke in die Kurve ist durch eine Parabelkurve zu vermitteln.

Zwischen den Überhöhungs-Rampen der äufseren Schienen zweier entgegengesetzter Kurven soll eine gerade Strecke von mindestens 10 m Länge liegen. In den steileren Steigungen einer Bahn sollen möglichst flache Kurven angewendet und die Gefällwechsel thunlichst in die Gerade gelegt werden.

§ 4. Die Spurweite mufs im Lichten 1,435 m betragen.

Fig. 6.



§ 6. Auf der freien Bahn ist das in Fig. 6 links gezeichnete Normalprofil des lichten Raumes mindestens inne zu halten.

In Kurven ist auf die Spurerweiterung und Überhöhung des äufseren Schienenstranges Rücksicht zu nehmen.

§ 7. Bei Anlage eines zweiten Bahngleises mufs dasselbe in der freien Bahn von Mitte zu Mitte mindestens 3,500 m vom ersten Gleise entfernt bleiben.

§ 8. Die Kronenbreite in der durch die Unterkante der Schienen gelegten Linie soll bis zum Durchschnittspunkte der Böschungslinie bei eingleisigen Bahnen nicht weniger als 3,300 m betragen. Bei stärkeren Kurven und hohen Dämmen wird eine Verbreiterung nach der Aufsenseite empfohlen.

Bei zweigleisigen Bahnen regelt sich die Kronenbreite nach Mafsgabe der Bestimmungen von § 7.

§ 10. Das Bettungsmaterial soll unter den Schienenunterlagen wenigstens 150 mm stark sein und eine solche Beschaffenheit haben, dafs es weder bei anhaltender Nässe durchweicht, noch durch Frost zerstört wird.

§ 13. Die Schienen sollen in der Regel eine Belastung von 5000 kg bewegter Last pro Rad mit Sicherheit tragen können.

§ 22. Brücken aus Holz sind zulässig.

Bei Metallbrücken darf Gufseisen blos zur Herstellung der auf Druck in Anspruch genommenen Teile verwendet werden.

Brücken in Holz- und Eisenkonstruktion sind durch Belastung periodisch zu prüfen.

§ 24. Der Winkel, unter welchem die Übergänge im Niveau der Bahn die Gleise durchkreuzen, soll in der Regel nicht kleiner sein als 30 Grad.

§ 26. Kreuzungen sekundärer Bahnen im Niveau sind zulässig.

§ 27. Bei Fahrgeschwindigkeiten von nicht über 15 km pro Stunde sind Einfriedigungen der Bahn entbehrlich.

Bei Fahrgeschwindigkeiten von 15—30 km können die Einfriedigungen auf besonders gefährdete Stellen beschränkt werden.

§ 28. Absperrungen von Wegeübergängen sind nur bei Fahrgeschwindigkeiten von mehr als 15 km pro Stunde erforderlich und bei 15—30 km Geschwindigkeit pro Stunde auf die frequenteren Fahrwege zu beschränken.

Drahtzug-Barrièren zur Sperrung von Übergängen sind zulässig. Dieselben müssen auch mit der Hand geschlossen und geöffnet werden können, oder es mufs die betreffende Zugbarrière 7,500 m von der nächsten Schiene entfernt sein.

§ 30. Auf denjenigen Gleisen der Bahnhöfe, auf welchen Züge bewegt werden, ist das in Fig. 6 rechts gezeichnete Profil mindestens inne zu halten.

Erhebungen der Zwangsschienen, der Drehscheiben-Verschlufsvorrichtungen und ähnlicher, jedoch die Bewegung der Lokomotiven und Wagen nicht hindernder Gegenstände

sind nach Maßgabe des Normalprofils bis zur Höhe von 50 mm über Schienen-Oberkante zulässig.

§ 31. Die Bahnhöfe sollen möglichst in einer horizontalen Strecke liegen.

Größere Steigungen als 1:400 sollen mit Ausnahme der Ausziehgleise auf Bahnhöfen nicht vorkommen, jedoch können da, wo sehr lange Züge miteinander kreuzen, die Endweichen auch in größere Neigungen gelegt werden.

§ 32. Auf Anschluß-Bahnhöfen sind Einrichtungen für einen direkten Übergang und für bequeme Umladung der Wagen zu treffen.

§ 33. Auf Bahnhöfen wird als geringste Entfernung der Gleise von Mitte zu Mitte 4,300 m als wünschenswert, 4 m noch als zulässig anerkannt.

§ 34. Es ist zulässig, Nebengleise auf Bahnhöfen mit leichterem Oberbau als die Hauptgleise zu versehen.

b. Sekundäre Bahnen II. Klasse, mit normaler Spurweite von 1,435 m, auf denen die Fahrgeschwindigkeit 15 km per Stunde nicht überschreiten soll.

Bemerkung. Diese Bahnen sind vorzugsweise zur Vermittelung des Güter-Verkehrs bestimmt. Lokal-Personen-Verkehr ist nicht ausgeschlossen.

Es sind 2 Abteilungen zu unterscheiden:

1. Bahnen, auf welche die Betriebs-Mittel der Haupt-Bahnen übergehen können;
2. Bahnen, auf welchen die Betriebs-Mittel der Haupt-Bahnen nicht Anwendung finden sollen.

Die §§ 1, 4, 22, 24, 26, 30, 31 u. 34 stimmen mit den gleichen Paragraphen sub a überein, auf welche wir deshalb verweisen.

§ 2. Gefälle von mehr als 1:25 sind zu widerraten.

§ 3. Die Minimalradien dürfen bei Abteilung 1 in der Regel nicht kleiner als 150 m sein; bei Abteilung 2 richten sich dieselben nach den gewählten Radständen und der Einrichtung der Achsen und Räder.

§ 6. Auf der freien Bahn ist für Abteilung 1 das in Fig. 6 gezeichnete Normalprofil des lichten Raumes inne zu halten.

Für Abteilung 2 ist der lichte Raum nach Maßgabe der gewählten Wagen- und Ladungsbreite und Höhe für jeden Fall festzustellen.

§ 7. Die Bahngleise in der freien Bahn sollen

Für Abteilung 1 angeordnet werden wie vorstehend ad I.

Für Abteilung 2 darf diese Entfernung nicht weniger betragen, als die festgestellte größeste Wagen- resp. Ladungsbreite plus 500 mm.

§ 8. Die Kronenbreite in der durch die Unterkante der Schienen gelegten Linie soll bis zum Durchschnittspunkte der Böschungslinien bei einer eingleisigen Bahn nicht weniger als 3,300 m betragen.

Bei zweigleisigen Bahnen regelt sich die Kronenbreite nach Maßgabe der Bestimmungen von § 7.

§ 10. Das Bettungsmaterial soll unter den Schienenunterlagen wenigstens 130 mm stark sein und eine solche Beschaffenheit haben etc. (wie ad I).

§ 13. Die Tragfähigkeit der Schiene muß der im Programm beabsichtigten größten Belastung für die Maximalgeschwindigkeit entsprechen.

§ 27. Einfriedigungen sind entbehrlich.

Schutz-Barrièren, Hecken etc. an Wegen, welche dicht neben einer mit Lokomotiven befahrenen Bahn hinlaufen, sind nur erforderlich, wenn der Weg unmittelbar an einer Einschnittsböschung und höher als das Bahnplanum liegt.

§ 28. Eine Absperrung und Bewachung der Wegübergänge ist nicht erforderlich.

§ 32. Wo ein Anschluß an eine Hauptbahn stattfindet, muß der Anschluß nach dem System der Hauptbahn bewirkt werden.

§ 33. Als geringste Entfernung der Gleise auf Bahnhöfen sind für Abteilung 1 4 m zulässig.

Für Abteilung 2 bedingt sich die Entfernung nach der festgesetzten größten Wagenbreite, so daß der freie Raum zwischen den am weitesten vorstehenden Teilen der Wagen 600 mm beträgt.

c. Sekundäre Bahnen III. Klasse mit schmaler Spurweite von 1 m oder 0,750 m.

Bemerkung. Die nachfolgenden Bestimmungen gelten für Bahnen, welche entweder Personenverkehr vermitteln, oder bei gröfserer Fahrgeschwindigkeit als 15 km per Stunde befahren werden.

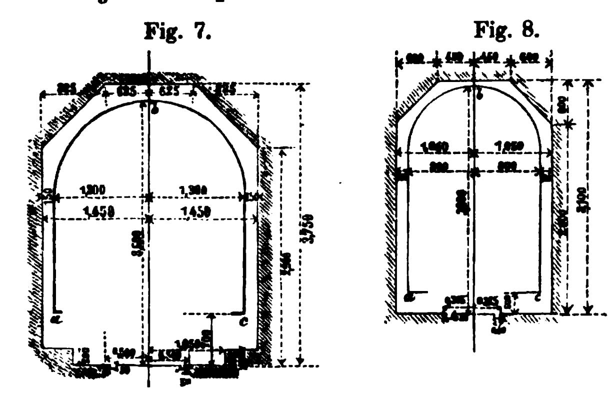
Sofern die gröfste Fahrgeschwindigkeit auf 15 km per Stunde beschränkt wird, treten erleichternde Bestimmungen nach b. ein.

Die §§ 1, 2, 22, 24, 26, 27, 28 u. 34 stimmen mit den gleichen Paragraphen sub b. überein, auf welche wir verweisen.

§ 3. Kurven unter 80 m, bezw. 50 m Radius sind zu widerraten.

Bei Geschwindigkeiten nicht über 15 km pro Stunde tritt dasselbe ein, wie ad b., Abteilung 2.

§ 4. Die Spurweite soll im Lichten 1 m oder 0,750 m betragen.


Fig. 7. Fig. 8.

§ 6. Auf der freien Bahn ist das in Fig. 7 resp. Fig. 8 gezeichnete Profil des lichten Raumes inne zu halten.

§ 7. Zwei oder mehr nebeneinander liegende Gleise müssen mindestens soweit von einander entfernt bleiben, dafs das Normalprofil für den lichten Raum jeden Gleises frei bleibt.

§ 8. Die Kronenbreite in der durch die Unterkante der Schienen gelegten Linie soll bis zum Durchschnittspunkte der Böschungslinien bei eingleisigen Bahnen nicht weniger als das $2^1/_2$fache der Spurweite betragen.

In starken Kurven und für hohe Dämme wird eine Vergröfserung dieses Mafses nach der Aufsenseite empfohlen.

§ 10. Das Bettungsmaterial soll unter den Schienenunterlagen wenigstens 100 mm stark sein und eine solche Beschaffenheit haben, dafs es weder bei anhaltender Nässe durchweicht, noch durch Frost zerstört wird.

§ 13. Die Schienen sollen in der Regel eine Belastung von 3800 kg resp. 2500 kg bewegter Last pro Rad mit Sicherheit tragen können.

§ 31. Die ständigen Halteplätze sind wenn thunlich horizontal oder mit möglichst geringer Steigung, in der Regel nicht über 1 : 300 anzulegen.

§ 32. Auf Anschlufs-Bahnhöfen sind Einrichtungen für den direkten Übergang von Personen und für bequeme Überladung der Güter zu treffen.

§ 33. Die Entfernung der Gleise auf den Stationen soll von Mitte zu Mitte in minimo die gröfste Wagenbreite plus 600 mm betragen.

Bestimmungen aus den Normen für die Konstruktion und Ausrüstung der Eisenbahnen Deutschlands vom 12. Juni 1878.

§ 1. **Bauprojekt.** Bei der Anlage von Eisenbahnen, welche voraussichtlich späterhin mit einem zweiten Gleise zu versehen sind, ist im Bauprojekt auf Wahrung der Möglichkeit hierzu in angemessener Weise Bedacht zu nehmen.

§ 2. **Bauwerke.** Die Ausführung hölzerner, zum Tragen von Eisenbahn-Gleisen bestimmter Brücken ist mit Genehmigung der Landes-Aufsichtsbehörde nur ausnahmsweise gestattet. Bei Brücken aus Eisen oder Stahl sind die tragenden Teile der Überbaukonstruktion aus gewalztem oder geschmiedetem Material herzustellen.

§ 3. **Breite des Bahnkörpers.** Die Breite des Bahnkörpers in der freien Bahnstrecke, in Einschnitten und auf Dämmen ist so zu bemessen, dafs der Schnittpunkt einer durch die Unterkante der Schienen des nächstliegenden Gleises gelegten geraden Linie und der verlängerten Böschungsneigung mindestens 2 m von der Mitte des Gleises entfernt liegt.

§ 4. **Trockenlegung des Planums.** Die Bahnkrone in Höhe der Schienenunterkante mufs, aufser bei eingedeichten Strecken, mindestens 0,600 m über dem höchsten Wasserstande liegen.

Die Bettung soll unter den Schienenunterlagen mindestens 0,200 m stark und gehörig entwässert sein.

§ 5. **Spurweite.** Die normale Spurweite der Eisenbahnen soll im Lichten (zwischen den Köpfen der Schienen gemessen) 1,435 m betragen. In stärker als nach 1000 m Halbmesser gekrümmten Bahngleisen soll diese Spurweite im Verhältnis zur Abnahme der Länge der Halbmesser angemessen vergröfsert werden. Diese Vergröfserung darf jedoch das Mafs von 0,030 m nicht übersteigen.

§ 6. **Gleislage und Krümmungen.** Die Schienen eines Gleises sind in sicherer Lage zu einander festzulegen.

Die winkelrecht gegenüber liegenden Oberflächen der beiden Schienen eines Gleises sollen in gerader Strecke genau in gleicher Höhe liegen.

In Krümmungen, mit Ausnahme der Weichenkrümmungen, soll die äufsere Schiene um so viel höher liegen als die innere, dafs die mit der gröfsten Geschwindigkeit die Bahn passierenden Züge die Krümmungen mit Sicherheit durchfahren können.

Verschiedene Krümmungen und Querneigungen der Gleise sind stetig ineinander überzuführen.

Zwischen entgegengesetzten Krümmungen einer Bahnlinie ist ein gerades Stück von solcher Länge einzulegen, dafs die Fahrzeuge sanft und stetig in die andere Krümmung einlaufen.

Der kleinste Halbmesser der gekrümmten Gleise auf freier Bahn darf nicht unter 180 m lang sein.

Die Anwendung eines Halbmessers unter 300 m für Krümmungen auf freier Bahnstrecke bedarf der Genehmigung des Reichs-Eisenbahn-Amts.

§ 7. **Gefälle.** Das Längengefälle einer Bahnlinie soll nicht stärker sein als 1:40.

Zur Anwendung einer stärkeren Neigung als 1:80 ist die Genehmigung des Reichs-Eisenbahn-Amts erforderlich.

§ 8. **Gefällwechsel.** Die Gefällwechsel auf der freien Bahnstrecke sind nach einem Kreisbogen von mindestens 5000 m Halbmesser abzurunden; für Strecken unmittelbar vor Bahnhöfen kann dieses Mafs auf 2000 m herabgesetzt werden.

Zwischen Gegenneigungen von mehr als 1:200, sofern die Länge einer derselben 1000 m übersteigt, ist eine weniger als 1:200 geneigte Strecke von 480 m Länge einzulegen, welche zur Ausrundung benutzt werden kann.

§ 9. **Entfernung der Gleise.** Die Doppelgleise auf der freien Bahnstrecke sollen von Mitte zu Mitte nicht weniger als 3,500 m von einander entfernt sein. Tritt zu einem Gleispaare noch ein Gleise hinzu, so ist dessen Entfernung von dem zunächst liegenden Gleise von Mitte zu Mitte zu mindestens 4 m anzunehmen.

Werden mehrere Gleispaare nebeneinander gelegt, so mufs die Entfernung von Mitte zu Mitte der benachbarten Gleise je zweier Gleispaare ebenfalls mindestens 4 m betragen.

Die Gleise auf Bahnhöfen sollen nicht weniger als 4,500 m von Mitte zu Mitte von einander entfernt liegen, und diejenigen, zwischen denen Perrons anzulegen sind, eine Entfernung von mindestens 6 m von Mitte zu Mitte haben.

Bei Haltestellen, d. h. Stationen mit beschränktem Betriebsdienst, kann mit Genehmigung der Landes-Aufsichtsbehörde von diesen Bestimmungen abgewichen werden.

§ 10. **Form, Beschaffenheit und Befestigung der Schienen.** Die Schienen haben aus gewalztem Eisen oder Stahl zu bestehen.

Die seitliche Abrundung des Schienenkopfes mufs mit einem Halbmesser von 0,014 m beschrieben sein.

Die Neigung der Schienen nach Innen mufs mindestens $^1/_{20}$ der Schienenhöhe betragen.

Die Befestigungsmittel, als: Stühle, Schrauben, Nägel u. s. w. sollen an der Innenseite der Schienen eines Gleises in der Breite der Spurrinne mindestens 0,038 m unter Schienenoberkante liegen.

Bei Befestigung der Stofsverbindungen eines Gleises ist auf die durch die Temperatur entstehenden Veränderungen der Schienen Rücksicht zu nehmen.



§ 11. **Tragfähigkeit der Schienen.** Die Schienen, welche von Lokomotiven befahren werden, müssen so stark konstruiert und unterlagert sein, daſs jede Stelle der einzelnen Schiene mindestens 7000 kg (140 Zollzentner) ruhende oder bewegte Last mit Sicherheit tragen kann.

§ 12. **Entfernung der Bahnhöfe von einander und Länge derselben.** Die Bahnhöfe sollen, abgesehen von Rangierköpfen und Abzweigegleisen, in keiner stärkeren Neigung als 1:400 liegen und mit Ausweichegleisen für das Kreuzen und Überholen der die anschlieſsenden Strecken befahrenden Güterzüge versehen sein.

Die Ausweichegleise dürfen in die stärkere Neigung der Bahn eingreifen.

Auf Erfordern des Reichs-Eisenbahn-Amtes sind telegraphische Meldestationen und an eingleisigen Bahnen zugleich Ausweichestellen anzulegen, welche letztere die gröſsesten auf der Anschluſsstrecke zulässigen Züge, bis zu 120 Achsen, aufnehmen können. In geringerer Entfernung als 8 km kann die Einrichtung der Meldestationen und Ausweichestellen nicht gefordert werden. Soweit ausnahmsweise diese Ausweichegleise nicht mit den Bahnstationen zusammentreffen, ist mindestens ihre jederzeitige schleunige Herstellung durch Doppelgleisigkeit des Planums und Kies- resp. Steinbettes an den betreffenden Stellen, sowie durch ausreichende zur Hand befindliche Vorräte an Oberbaumaterialien und Telegraphen-Apparaten sicher zu stellen.

§ 13. **Gemeinschaftliche Bahnhofsanlage.** Führen mehrere Eisenbahnen in einen und denselben Bahnhof, so sind sie derart miteinander in Verbindung zu bringen, daſs der Übergang von Zügen in der für die betreffenden Bahnen zulässigen Maximalstärke rasch und leicht von Bahn zu Bahn erfolgen kann. Benachbarte Bahnhöfe sind nach Bedürfnis in gleicherweise miteinander in Verbindung zu setzen.

§ 14. **Konstruktion der Weichen.** Die Weichen in den von durchgehenden Zügen zu befahrenden Gleisen müssen so konstruiert sein, daſs, wenn sie auch auf eine andere Fahrtrichtung gestellt sind, ein Abspringen der Räder der Fahrzeuge von den Schienen nicht stattfindet.

Die Spitzen der Weichenzungen müssen mindestens 0,100 m weit aufschlagen.

§ 15. **Drehscheiben.** Auf allen Lokomotiv-Wechsel- und Reserve-Stationen muſs, sofern nicht ausschlieſslich Tendermaschinen zur Verwendung kommen, mindestens eine Drehscheibe, deren Durchmesser nicht unter 12 m betragen darf, vorhanden sein.

Die Hauptträger derselben sollen aus Schmiedeisen oder Stahl hergestellt sein.

§ 16. **Perrons.** Die Höhe der Perrons für den Personenverkehr darf ohne Genehmigung des Reichs-Eisenbahn-Amts nicht mehr als 0,380 m über Schienen-Oberkante betragen.

Alle auf den Perrons feststehenden Gegenstände, als Säulen u. s. w., müssen bis zu einer Höhe von 2,500 m über Perron mindestens 3 m im Lichten von der Mitte desjenigen Gleises entfernt sein, für welches der Perron benutzt wird.

§ 17. **Abtritte und Pissoirs.** Auf den Bahnhöfen in der Nähe der Perrons sind weithin sichtbare Abtritte und Pissoirs anzuordnen.

§ 18. **Rampen.** Auf Bahnhöfen, wo die Ver- oder Entladung von Fahrzeugen oder Vieh in gröſserer Zahl zu erwarten steht, sind feste oder transportable Rampen, deren Höhe über Schienen-Oberkante nicht über 1,120 m beträgt, herzustellen oder zur schleunigen Benutzung bereit zu halten.

Die Rampen sollen zur Entladung oder Beladung vor Kopf und nach der Seite benutzbar sein.

Die Ladegleise müssen bei der Ladeweise von der Seite entweder die Vorbeiführung aller Fahrzeuge ohne Rückbewegung auf diesen Gleisen oder aber die successive Vorführung von je 20 Fahrzeugen vor eintretender Rückbewegung gestatten.

Ist auf den gedachten Bahnhöfen die Anlage eines durchlaufenden Rampengleises oder eines solchen für 20 Wagen nicht schon durch den gewöhnlichen Verkehr geboten, so genügt es, wenn die Situierung der Laderampe in der Art erfolgt, daſs das Rampengleise für die Vorführung von mindestens 20 Wagen anstandslos verlängert werden kann.

§ 19. **Güterschuppen.** Die Höhe des Fuſsbodens der Güterschuppen und Ladebühnen an von Zügen zu befahrenden Gleisen soll 1,120 m über Schienen-Oberkante nicht übersteigen.

§ 20. **Lademafs.** Auf den gröfseren Güterstationen ist eine Vorrichtung anzubringen, mittels welcher die Ladungen auf offenen Güterwagen bezüglich der gröfsten zulässigen Ausladungen kontroliert werden können.

§ 21. **Wasserstationen.** Die für eine Bahnstrecke innerhalb eines bestimmten Zeitraumes nach den jeweiligen Betriebsbedürfnissen erforderliche Wassermenge kann von der Aufsichtsbehörde festgesetzt werden. Die Wasserstationen sind angemessen zu verteilen.

Jeder Wasserkrahn mufs in der Minute mindestens einen Kubikmeter Wasser liefern können.

Die Ausgüsse der Wasserkrahne sollen mindestens 2,850 m über Schienen-Oberkante liegen.

§ 22. **Werkstätten.** Von jeder Eisenbahnverwaltung ist Sorge zu tragen, dafs Reparaturen an den Betriebsmitteln sicher und schnell ausgeführt werden können.

Bestimmungen aus dem Bahnpolizei-Reglement für die Eisenbahnen Deutschlands vom 4. Januar 1875 mit den Abänderungen vom 12. Juni 1878 und 17. Mai 1881.

I. Zustand, Unterhaltung und Bewachung der Bahn.

§ 1. Die Bahn ist fortwährend in einem solchen baulichen Zustande zu halten, dafs dieselbe ohne Gefahr und, mit Ausnahme der in Reparatur befindlichen Strecken, mit der im § 26 festgestellten gröfsten zulässigen Geschwindigkeit befahren werden kann. Diejenigen Strecken, welche nicht mit dieser Geschwindigkeit befahren werden dürfen, sind als solche durch bestimmte, vom Zuge aus sichtbare Signale zu bezeichnen.

Die Bahnhöfe sind durch Signale geschlossen zu halten und nur für die Einfahrt der Züge zu öffnen (siehe § 46 al. 3).

Strecken, welche wegen Ausführung von Auswechselungen, Reparaturen, geöffneter Drehbrücken u. s. w. oder aus sonstigem Grunde unfahrbar sind, müssen in genügender Entfernung von den betreffenden Stellen und während der ganzen Dauer der Unfahrbarkeit, auch wenn kein Zug erwartet wird, durch Signale abgeschlossen werden.

§ 2. Sämtliche Gleise, auf denen Züge bewegt werden, sind in solcher Breite freizuhalten, dafs mindestens das in Figur 5, Seite 29 dargestellte Normalprofil des lichten Raumes für die freie Bahn und für die Bahnhöfe vorhanden ist.

Inwieweit Abweichungen vom Normalprofil des lichten Raumes zu gestatten sind, bestimmt der Bundesrat.

An Ladegleisen, welche nicht von durchgehenden Zügen befahren werden, kann nach Art ihrer Benutzung eine Einschränkung des Normalprofils von der Aufsichtsbehörde zugelassen werden.

§ 3. Es sind Vorkehrungen zu treffen, dafs die Stellung derjenigen Weichen, welche aufserhalb der Bahnhöfe liegen, in einer Entfernung von 300 m zu erkennen ist.

Die Weichen aufserhalb der Bahnhöfe müssen, so lange sie nicht bewacht sind, verschlossen gehalten werden.

Bei beweglichen Brücken sind Einrichtungen zu treffen, welche die richtige Stellung der im § 1 gedachten Signale für die Dauer der Unfahrbarkeit sichern.

In den Hauptgleisen sind Schiebebühnen mit versenkten Gleisen unzulässig, Drehscheiben nur in besonderen Fällen mit Genehmigung der Aufsichtsbehörde zulässig.

Die Kreuzung einer Bahn durch eine andere Bahn soll aufserhalb der Stationen thunlichst nicht in gleicher Ebene der Schienen, sondern durch Überbrückung hergestellt werden.

§ 4. Einfriedigungen müssen da angelegt werden, wo die gewöhnliche Bahnbewachung nicht hinreicht, um Menschen oder Vieh vom Betreten der Bahn abzuhalten.

Zwischen der Eisenbahn und Wegen, welche unmittelbar neben derselben in gleicher Ebene oder höher liegen, sind Schutzwehren erforderlich. Als solche können nach näherer Bestimmung der Landespolizeibehörde auch Gräben mit Seitenaufwurf angesehen werden.

Die Übergänge in gleicher Ebene mit der Bahn sind mit starken, leicht sichtbaren Barrièren in angemessener Entfernung von der Mitte des nächsten Bahngleises zu versehen. Zum Zwecke der Benutzung durch Fufsgänger können neben den Barrièren Drehkreuze angebracht werden. Für isoliert gelegene, lediglich den Fufsgängern dienende Niveauübergänge kann die Landesaufsichtsbehörde anstatt der Barrièren Drehkreuze oder sich selbst verschliefsende Fallthüren zulassen.

Für den Abstand der geöffneten Barrièrenflügel von den Gleisen sind die Bestimmungen des § 2 zu beachten.

Zugbarrièren mit einem mechanischen Zuge von mehr als 50 m Länge sind auf Übergänge für wenig frequente Strafsen zu beschränken und müssen von dem bedienenden Wärter übersehen werden können.

Die Zugbarrièren müssen auch mit der Hand geöffnet und geschlossen werden können. Jeder Übergang mit Zugbarrièren erhält eine Glocke, mit welcher vor dem Niederlassen der Sperrbäume zu läuten ist.

In angemessener Entfernung vor den Wegeübergängen sind Warnungstafeln aufzustellen, welche zugleich die Stelle des Weges bezeichnen, wo Fuhrwerke, Reiter und Viehheerden anhalten müssen, wenn die Barrièren geschlossen sind.

§ 5. Die Bahn mufs so lange bewacht werden, als noch Züge oder einzelne Lokomotiven zu erwarten stehen.

Sämtliche Bahnstrecken müssen durch die Wärter bei Tage mindestens dreimal und bei Dunkelheit, sowie auf Tunnelstrecken, soweit es thunlich ist, vor jedem Zuge revidiert werden. Ausnahmen hiervon können für einzelne Bahnlinien mit geringer Frequenz von der Aufsichtsbehörde unter Zustimmung des Reichs-Eisenbahn-Amts zugelassen werden.

Bei Revision ist insbesondere auch auf die Dienstfähigkeit der Weichen zu achten.

Die Übergangsbarrièren sind spätestens drei Minuten vor Ankunft des Zuges zu schliefsen. Ausnahmen werden durch die Aufsichtsbehörde unter Zustimmung der Landes-Polizeibehörde festgestellt.

Die Barrièren von Privatwegen, welche nicht besonders bewacht werden, sind unter Verschlufs zu halten.

Die Barrièren der Niveau-Übergänge mit geringem Verkehr können mit Genehmigung der Landes-Polizeibehörde geschlossen gehalten werden und sind auf Verlangen der Passanten zu öffnen. Zu diesem Behufe erhält jede dieser Barrièren, einschliefslich der Zugbarrièren, einen Glockenzug, mittels dessen das Öffnen von den Passanten verlangt wird.

Drehkreuze für Fufsgänger (§ 4 Absatz 3) dürfen nur passiert werden, wenn kein Zug in Sicht ist. Sind Stationsgleise zu überschreiten, so ist Bewachung erforderlich.

Der Barrièrendienst kann, wenn derselbe von dem Dienst der Gleisüberwachung getrennt ist, auch weiblichen Personen anvertraut werden.

Im Dunkeln sollen, so lange die Barrièren geschlossen sind, die Übergänge von Chausseen, Kommunalstrafsen oder Vizinalstrafsen erleuchtet sein. Dasselbe gilt von sämtlichen Zugbarrièren, soweit sie nicht mit Genehmigung der Landes-Polizeibehörde geschlossen gehalten werden.

Auf den Bahnhöfen sind bei Dunkelheit mindestens eine halbe Stunde vor der Ankunft und beziehungsweise Abfahrt der Züge, welche Personen befördern, die Perrons und Anfahrten zu erleuchten.

§ 6. Die Bahn ist mit Abteilungszeichen zu versehen, welche bei Tage vom Zuge aus deutlich zu erkennen sind und Entfernungen von ganzen und $^1/_{10}$ km angeben.

An den Wechselpunkten der Gefälle sind Neigungszeiger aufzustellen, an denen die Neigungen der Bahn und die Längen der betreffenden Strecken deutlich erkennbar anzugeben sind.

Zwischen zusammenlaufenden Schienensträngen ist ein Markierzeichen anzubringen, welches die Grenze angiebt, wie weit in jedem Bahngleise Fahrzeuge vorgeschoben werden dürfen, ohne den Durchgang anderer Fahrzeuge auf dem andern Gleise zu hindern.

II. Einrichtungen und Mafsregeln für die Handhabung des Betriebes.

§ 20. Auf jeder Station ist an einer dem Publikum sichtbaren Stelle eine Uhr anzubringen, welche nach der mittleren Zeit des Ortes gestellt ist, und täglich reguliert

werden mufs. Auf gröfseren Bahnhöfen müssen die Zeitangaben sowohl von dem Zugange zu denselben, als von den Zügen bei Tage wie auch im Dunkeln erkennbar sein.

Der Name der Station mufs am Stationsgebäude oder an anderer geeigneter Stelle in einer für die Reisenden in die Augen fallenden Weise angebracht werden.

Die Zugführer, Lokomotivführer, Bahnmeister und Bahnwärter müssen im Dienst beständig eine richtig gehende Uhr bei sich tragen.

§ 21. Auf doppelgleisigen Bahnstrecken sollen die Züge das in ihrer Fahrtrichtung rechts liegende Gleise befahren u. s. w.

§ 22. Das Schieben der Züge durch Lokomotiven ist, sofern nicht von der Aufsichtsbehörde weitere Einschränkungen bestimmt werden, nur in folgenden Fällen gestattet:

a. bei langsamen Rückwärtsbewegungen des Zuges auf den Bahnhöfen, oder in Notfällen;

b. bei Arbeitszügen und — unter den von der Aufsichtsbehörde festzustellenden Bedingungen — bei Zügen nach benachbarten Gruben oder sonstigen gewerblichen Etablissements, wenn die Geschwindigkeit 24 km pro Stunde (400 m pro Minute) nicht übersteigt.

Das Nachschieben der Züge mit Lokomotiven an der Spitze ist nur zulässig:

beim Ersteigen stark geneigter Bahnstrecken, und bei Ingangbringung der Züge in den Stationen.

§ 23. Mehr als 150 Wagenachsen sollen in keinem Eisenbahnzuge gehen. Personenzüge sollen nicht über 100 Wagenachsen stark sein. Militärzüge und solche Güterzüge, welche streckenweise zur Personenbeförderung mitbenutzt werden, dürfen mit Rücksicht auf ihre geringe Geschwindigkeit ausnahmsweise bis 120 Wagenachsen stark sein.

§ 24. Unter Beobachtung der im § 26 vorgeschriebenen Geschwindigkeit ist die Fahrt mit dem Tender voran bei fahrplanmäfsigen, dem öffentlichen Verkehr dienenden Zügen nur in Ausnahmefällen, im übrigen aber allgemein gestattet.

Entsprechend konstruierte Tenderlokomotiven dürfen bei allen Zügen auch auf freier Bahn vor- und rückwärts laufen.

§ 26. Die gröfste zulässige Fahrgeschwindigkeit wird bei Neigungen von nicht mehr als 1:200 und Krümmungen von nicht weniger als 1000 m Halbmesser:

für Personenzüge auf 75 km in der Stunde oder 1250 m in der Minute;

für Güterzüge auf 45 km in der Stunde oder 750 m in der Minute;

a. im allgemeinen auf 30 km in der Stunde oder 500 m in der Minute;

b. wenn die sämtlichen in denselben laufenden Wagen gewissen Bestimmungen über den Zustand der Betriebsmittel entsprechen, auf 45 km in der Stunde oder 750 m in der Minute

festgesetzt.

Unter besonders günstigen Verhältnissen kann für Personenzüge mit Genehmigung der Aufsichtsbehörde eine gröfsere Geschwindigkeit bis zu 90 km in der Stunde oder 1500 m in der Minute zugelassen werden.

Auf Bahnstrecken, welche stärkere Neigungen als 1:200 und Krümmungen von weniger als 1000 m Halbmesser haben, müssen die Geschwindigkeiten angemessen verringert werden. Dem Fahrpersonal sind diese Strecken unter Angabe der zulässigen Geschwindigkeiten zu bezeichnen.

Personenzüge, welche durch Lokomotiven befördert werden, deren sämtliche Achsen vor der Feuerbüchse liegen, dürfen im allgemeinen nicht schneller als 45 km in der Stunde oder 750 m in der Minute fahren, jedoch sind mit Genehmigung der Aufsichtsbehörde gröfsere Geschwindigkeiten zulässig.

Die gröfste Geschwindigkeit leer fahrender Lokomotiven mit dem Schornstein voran wird im allgemeinen auf 40 km in der Stunde und für Lokomotiven, welche für Beförderung von Personenzügen konstruiert sind, sofern deren Achsen nicht sämtlich vor der Feuerbüchse liegen, auf 50 km festgesetzt. Gröfsere Geschwindigkeiten können mit Genehmigung der Aufsichtsbehörde gestattet werden.

Lokomotiven mit dem Tender voran dürfen nicht schneller als 30 km in der Stunde fahren, einerlei, ob dieselben Züge befördern oder leer fahren (cfr. § 24).

Bei den Probefahrten der Lokomotiven kann von den die Fahrgeschwindigkeit einzeln fahrender Lokomotiven beschränkenden Vorschriften Abstand genommen werden.

Langsamer muſs gefahren werden:

a. wenn Menschen, Tiere oder Hindernisse auf Bahn bemerkt werden;

b. durch Weichen gegen die Spitzen derselben und über Drehbrücken;

c. wenn das Signal zum Langsamfahren gegeben wird.

In allen diesen Fällen muſs so langsam gefahren werden, als die Umstände zur Vorbeugung einer möglichen Gefahr es erfordern.

§ 27. Bei der Einfahrt aus Haupt- in Zweigbahnen und umgekehrt, sowie überhaupt bei dem Übergange aus einem Gleise in das andere, muſs so langsam gefahren werden, daſs der Zug auf einer Länge von 200 m zum Stillstand gebracht werden kann.

Bahnkreuzungen in gleicher Ebene der Schienen auſserhalb der Stationen (§ 3) dürfen von den Zügen erst passiert werden, nachdem die letzteren vorher zum Stillstande gebracht sind und von den Aufsichtsbeamten die Erlaubnis zum Passieren erteilt ist.

Bei der Kreuzung einer Hauptbahn durch eine Bahn von untergeordneter Bedeutung genügt es, wenn im Einverständnis mit der Aufsichtsbehörde die Verpflichtung des Anhaltens vor der Durchkreuzung lediglich den Zügen der letzteren Bahn auferlegt worden.

§ 41. Auf der Bahn müssen folgende Signale gegeben werden können:

1. die Bahn ist fahrbar,
2. der Zug soll langsam fahren,
3. der Zug soll still halten.

§ 44. Der Dienst mit dem elektromagnetischen Telegraphen wird nach besonderer, von der Eisenbahnverwaltung oder Aufsichtsbehörde erlassenen Instruktion gehandhabt; es müssen durch denselben Depeschen von Station zu Station gegeben und sämtliche Wärter zwischen je 2 Stationen von dem Abgang der Züge benachrichtigt werden können.

Die Signale

1. der Zug geht nicht ab,
2. es soll eine Hülfslokomotive kommen,

dürfen nicht mittels optischer, sondern müssen mittels elektrischer Telegraphen erfolgen.

Zum Herbeirufen von Hülfslokomotiven müssen die Züge mit portativen Apparaten versehen oder an geeigneten Stellen elektrische Apparate aufgestellt sein.

§ 46. Die jedesmalige Stellung der Weichen in den Hauptgleisen der Bahnhöfe muſs dem Lokomotivführer auf 150 m Entfernung kenntlich sein. Die hierzu dienenden Signale müssen dergestalt mit den Weichen verbunden sein, daſs sie entweder mit denselben zugleich ihre Stellung ändern, oder nur nach richtiger Einstellung der Weichen als Fahrsignal erscheinen können u. s. w.

Auf denjenigen Stationen, auf welchen eine Verbindung des Wärterpostens am Bahnhofs-Abschluſstelegraphen mit der Station durch elektrische Blockapparate oder Sprechapparate oder auf irgend einem anderen mechanischen oder elektrischen Wege nicht besteht, sind von dem dienstthuenden Stationsbeamten für die Einfahrt der Züge optische Signale am Telegraphenmast zu geben.

Für die Weichen in den Hauptgleisen ist eine normale Stellung als Regel vorzuschreiben.

Zu den Hauptgleisen sind alle diejenigen Gleise zu rechnen, welche in Ausführung des fahrplanmäſsigen Fahrdienstes von Bahnzügen durchfahren oder benutzt werden.

§ 47. Die Stellung der Ausguſsröhren der Wasserkrahne soll im Dunkeln kenntlich gemacht sein.

§ 50. Für die erforderlichen Signale sind die Vorschriften der Signal-Ordnung für die Eisenbahnen Deutschlands maſsgebend.

Führen mehrere Bahnlinien nebeneinander her, so ist den optischen Signalen an denselben eine Stellung zu geben, welche der Lage der Bahnlinien zu einander entspricht.

§ 51. Jede Weiche, gegen deren Spitze fahrplanmäſsige Züge fahren, muſs während des Durchgangs des Zuges entweder verschlossen gehalten werden oder von einem Weichensteller bedient sein u. s. w.

Bestimmungen aus der Bahnordnung für deutsche Eisenbahnen untergeordneter Bedeutung.

I. Zustand der Bahn.

§ 1. **Spurweite.** Die normale Spurweite beträgt 1,435 m.

Für Bahnen mit schmalerer Spur soll dieselbe 1,0 m oder 0,75 m betragen; Ausnahmen hiervon sind zulässig mit Genehmigung der Landes-Aufsichtsbehörde unter Zustimmung des Reichs-Eisenbahn-Amts.

§ 2. **Längengefälle.** Das Längengefälle der Bahn darf auf freier Strecke das Verhältnis von 1:25 in der Regel nicht überschreiten. Für die Anwendung stärkerer Gefälle ist die Genehmigung der Landes-Aufsichtsbehörde unter Zustimmung des Reichs-Eisenbahn-Amts erforderlich.

§ 3. **Krümmungen.** Der Halbmesser der Krümmungen auf freier Strecke soll bei Bahnen mit normaler Spur nicht kleiner als 100 m und bei Bahnen mit schmaler Spur ein der Spurweite angemessener sein.

§ 4. **Spurerweiterung.** In Krümmungen darf die Spurerweiterung bei normalspurig gebauten Bahnen das Mafs von 0,035 m und bei schmalspurig gebauten Bahnen ein den Krümmungen angemessenes Mafs nicht überschreiten.

§ 5. **Fahrbarkeit.** Die Bahn ist mit ihren sämtlichen Nebenanlagen fortwährend in gutem baulichen Zustand zu erhalten, dergestalt, dafs dieselbe ohne Gefahr mit der für dieselbe gestatteten gröfsten Geschwindigkeit (vergl. § 27) befahren werden kann.

§ 6. **Normalprofil des lichten Raumes.** Sämtliche Gleise mit normaler Spurweite, auf denen Züge bewegt werden, sind in solcher Breite frei zu halten, dafs für dieselben mindestens das in der Figur 6, S. 35 dargestellte Normalprofil des lichten Raumes vorhanden ist.

Abweichungen von diesem Profil, welche bereits vor Bekanntmachung dieser Vorschriften bestanden haben, können mit Zustimmung des Reichs-Eisenbahn-Amts auch ferner beibehalten werden.

Inwieweit bei Ladegleisen normalspuriger Bahnen Einschränkungen dieses Profils zulässig sind, bestimmt in jedem Einzelfalle die Landes-Aufsichtsbehörde.

Für schmalspurige Bahnen bleibt die Festsetzung des Normalprofils der Landes-Aufsichtsbehörde vorbehalten.

§ 7. **Einfriedigungen und Barrièren.** Ob und an welchen Stellen Schutzwehren oder andere Sicherheitsvorrichtungen an Wegen erforderlich sind, welche unmittelbar neben einer mit Lokomotiven befahrenen Bahn herlaufen oder über die letztere führen, bestimmt die Aufsichtsbehörde.

In angemessener Entfernung vor den in gleicher Ebene mit der Bahn liegenden frequenten Wegeübergängen sind Warnungstafeln aufzustellen.

Werden zur Absperrung von Wegeübergängen Drahtzug-Barrièren verwendet, so müssen dieselben so eingerichtet sein, dafs sie mit der Hand geschlossen und geöffnet werden können. Jeder mit Drahtzugbarrièren versehene Übergang erhält eine Glocke, mit welcher vor dem Niederlassen der Sperrbäume zu läuten ist.

§ 8. **Abteilungszeichen, Neigungszeiger und Markierzeichen.** Die Bahn ist mit Abteilungszeichen zu versehen, welche Entfernungen von ganzen Kilometern angeben.

Die Gefällverhältnisse von mehr als 1:200 sind in geeigneter Weise und in angemessenen Abständen kenntlich zu machen.

Zwischen zusammenlaufenden Gleisen ist ein Markierzeichen anzubringen, welches die Grenze angiebt, bis zu welcher in jedem Bahngleise Fahrzeuge vorgeschoben werden dürfen, ohne den Durchgang von Fahrzeugen auf dem anderen Gleise zu hindern.

II. Einrichtung und Zustand der Betriebsmittel.

§ 12. **Läutewerke der Lokomotiven.** Sofern auf einer Bahnstrecke unbewachte Wegeübergänge vorkommen, sind die Lokomotiven, welche die Bahnstrecke befahren, mit helltönenden Läutewerken auszurüsten.

§ 20. **Übergang der Betriebsmittel auf Hauptbahnen.** Betriebsmittel, welche auf Bahnen übergehen, für welche das Bahnpolizei-Reglement und die Signalordnung für die Eisenbahnen Deutschlands Geltung haben, müssen den für diese Bahnen erlassenen Vorschriften entsprechen.

III. Einrichtungen und Maßregeln für die Handhabung des Betriebes.

§ 21. **Bahnbewachung.** Die Bahnstrecke ist mindestens einmal an jedem Tage zu revidieren, sofern die zulässige Geschwindigkeit mehr als 20 km in der Stunde beträgt.

An Stellen, deren Befahrung in Rücksicht auf die örtlichen Verhältnisse besondere Vorsicht erfordert, insbesondere auch bei frequenten Niveauübergängen, ist bei Anwendung einer Geschwindigkeit von mehr als 15 km in der Stunde eine Bewachung der Bahn erforderlich.

Der Barrièrendienst kann auch weiblichen Personen anvertraut werden.

Bei der Annäherung eines Zuges oder einer einzeln fahrenden Lokomotive an einen in gleicher Ebene mit der Bahn liegenden Wegeübergang, dessen Bewachung nicht vorgeschrieben ist, hat der Lokomotivführer das Läutewerk der Lokomotive in Thätigkeit zu setzen und darin bis nach Passieren des Wegeüberganges zu erhalten.

§ 22. **Rechtsfahren.** Auf doppelgleisigen Strecken der freien Bahn müssen die Züge in der Regel das in ihrer Fahrtrichtung rechts liegende Gleise befahren.

§ 23. **Stärke der Züge.** Mehr als 120 Wagenachsen dürfen in keinem Zuge befördert werden.

§ 24. **Verteilung der Bremsen.** In jedem Zuge, welcher mit Lokomotiven bewegt wird, müssen außer den Maschinen- und Tenderbremsen so viele kräftig wirkende Bremsvorrichtungen angebracht und bedient sein, daß durch die letzteren bei Neigungen der Bahn:

bis	einschließlich	$^1/_{500}$	der	12.	Teil,
„	„	$^1/_{300}$	„	10.	„
„	„	$^1/_{200}$	„	8.	„
„	„	$^1/_{100}$	„	7.	„
„	„	$^1/_{60}$	„	5.	„
„	„	$^1/_{40}$	„	4.	„

und bei stärkeren Neigungen die Hälfte der Räderpaare gebremst werden kann.

Erstreckt sich die stärkste Neigung zwischen zwei Stationen auf eine Bahnlänge von weniger als 1000 m, so ist für die Berechnung der Bremsenzahl nicht diese, sondern die nächst geringere Neigung der Strecke maßgebend.

Für Züge und Wagen, welche auf längeren Strecken ausschließlich durch die Schwerkraft oder mit Hülfe stehender Maschinen sich bewegen, werden die erforderlichen Sicherheitsvorschriften von der Landes-Aufsichtsbehörde erlassen. Das Gleiche gilt auch für Bahnen, welche nach einem außergewöhnlichen System gebaut sind und gemäß desselben betrieben werden.

§ 27. **Größte zulässige Fahrgeschwindigkeit.** Die größte zulässige Fahrgeschwindigkeit für Züge und einzeln fahrende Lokomotiven wird durch die Landes-Aufsichtsbehörde festgestellt. Größere Geschwindigkeiten als 30 km in der Stunde dürfen nicht gestattet werden.

§ 29. **Abfahrt der Züge.** Bei einer Fahrgeschwindigkeit von mehr als 15 km in der Stunde darf ein Zug einem andern in derselben Richtung abgelassenen Zuge nur in Stationsdistanz folgen.

§ 31. **Schieben der Züge.** Das Schieben der Züge, an deren Spitze sich keine führende Lokomotive befindet, ist nur dann zulässig, wenn die Stärke derselben nicht mehr als 50 Achsen beträgt, der vorderste Wagen gut bewacht ist, und die Geschwindigkeit 15 km in der Stunde nicht übersteigt.

IV. Signalwesen.

§ 37. **Streckensignale.** Auf der Bahn müssen die optischen Signale;

der Zug soll langsam fahren und
der Zug soll halten

gegeben werden können.

Zu diesem Zwecke müssen die auf den einzelnen Strecken oder an frequenten Wegeübergängen postierten Bahnwärter mit Signalfahnen und Laternen versehen sein (§ 21).

Der Stand beweglicher Brücken mufs in einer Entfernung von mindestens 300 m erkennbar sein. So lange diese Brücken geöffnet sind, müssen die Zugänge zu denselben, auch wenn kein Zug erwartet wird, durch Signale abgeschlossen sein.

Es sind Einrichtungen zu treffen, welche die richtige Stellung dieser Signale für die Dauer der Unfahrbarkeit sichern.

§ 38. Weichensignale. Die jedesmalige Stellung der Einfahrtsweichen mufs dem Lokomotivführer durch Signale kenntlich sein, wenn nicht die Weichen durch einen sicheren Verschlufs unverrückbar festgestellt sind.

§ 41. Elektrische Verbindung der Stationen. Die Bahn mufs mit einer elektrisch-telegraphischen Verbindung und mit Sprechapparaten auf den Stationen ausgerüstet sein. Ausnahmen sind mit Genehmigung der Aufsichtsbehörde zulässig.

§ 42. Signalordnung. Im übrigen bleibt die Einrichtung des Signalwesens von der Eigenartigkeit des Betriebes auf der betreffenden Bahn abhängig.

Soweit Signale zur Anwendung kommen, müssen dieselben gemäfs den Vorschriften in der Signalordnung für die Eisenbahnen Deutschlands eingerichtet und gehandhabt werden.

§ 53. Aufsichtsbehörde. Die Aufsicht über die Ausführung der im Vorstehenden zur Sicherung des Betriebes gegebenen Vorschriften liegt ob:

a. bei den unter Staatsverwaltung stehenden Eisenbahnen den Eisenbahndirektionen;

b. bei den unter Privatverwaltung stehenden Eisenbahnen dem obersten Betriebsdirigenten oder den Eisenbahndirektionen und

c. den Aufsichtsbehörden.

---

§ 5. Allgemeine Regeln für die Anlage von Eisenbahnen. Aufser den vorstehenden Vereins-Bestimmungen für die einzelnen Bahnklassen sind noch folgende allgemeine Regeln und Erfahrungssätze beim Tracieren von Hauptbahnen sowohl, als auch von sekundären Bahnen in gleicher Weise zu beachten.

1. Regeln in Bezug auf Lage und allgemeine Anordnung der Bahnhöfe.

Die Bahnhöfe sind in möglichste Nähe der Orte und an deren Hauptverkehrswege zu legen. Bei gröfseren Städten ist diese Forderung ohne Annahme von Kopfstationen nicht immer zu erfüllen und werden solche — zumal für den Personenverkehr — nicht selten notwendig, um diesen bis in möglichste Nähe der Verkehrs-Centren zu führen.

In solchen Fällen ist jedoch allemal durch Anlage einer Verbindungsbahn aufserhalb der Kopfstation ein Verbindungsgleis für den durchgehenden Güterverkehr und an demselben ein Rangier- und Maschinen-Bahnhof anzulegen, so dafs die Kopfstation neben dem Personenverkehre nur noch den Lokal-Güterverkehr aufzunehmen hat.

Bei der Anlage der Bahnhöfe ist auf die Möglichkeit einer Erweiterung derselben Bedacht zu nehmen. Mit Rücksicht hierauf ist die Wahl des Platzes so zu treffen, dafs gröfsere Bauwerke für Wasserläufe oder Wege nicht hart an dem Ende des Bahnhofes angelegt werden müssen.

Auch vermeidet man gern gröfsere Auf- und Abträge.

Die Sicherheit des Betriebes erheischt eine gute Übersicht über den ganzen Bahnhof, dieser mufs daher in gerader Linie oder doch ganz flachen Kurven angeordnet werden. Tiefe und gekrümmte Einschnitte am Ausgange der Bahnhöfe gefährden die Sicherheit des Betriebes, insbesondere bei Trennungs-Stationen.

Stärkere Steigungen sowohl, als auch stärkere Gefälle von mehr als 1:300 in unmittelbarer Nähe der Bahnhöfe sind für den Betrieb nachteilig. Die ersteren, weil sie das Ingangkommen starker Züge erschweren und unter Umständen ein Nachschieben durch Hülfsmaschinen nötig machen; die letzteren, weil häufig die ankommenden Züge nicht in den Bahnhof einlaufen dürfen, sondern kurz vor demselben halten müssen. Das Anziehen schwerer Züge auf stärkeren Steigungen, um dieselben in den frei gewordenen Bahnhof einzufahren, hat nur zu leicht Kupplungsbrüche im Gefolge und kommen auf diese Weise nicht selten Unglücksfälle vor, indem die abgerissenen Zugteile auf dem Gefälle abrollen und auf nachfahrende Züge auflaufen, oder wenn sie zum Stehen gebracht sind, die Bahn versperren.

Durch Quergefälle auf Bahnhöfen lassen sich die Erdarbeiten für dieselben meistens sehr bedeutend verringern und die Wasserleitungs-Verhältnisse verbessern. Selbst Neigungen bis zu 1:50 haben sich als noch vollkommen zulässig erwiesen, wo nicht Querverbindungen der Gleise hinderlich waren.[5])

2. Regeln in Bezug auf die Lage und Sicherheit der freien Bahn.

a. Anordnung der Steigungen. Auf der „freien Strecke" sind kurze Steigungen bis zu der Höhe, welche der Geschwindigkeit der zu befördernden Lastzüge entspricht, von geringem Nachteile, da diese Höhe noch durch Anlauf d. h. durch die lebendige Kraft des Zuges überwunden werden kann. Es kommt hierbei wenig auf den Grad der Steigung an, und können daher bei gröſseren Brücken, welche in der Ebene und in flachen Thälern häufig eine gegen das Terrain hohe Lage erhalten müssen, stark ansteigende Auffahrtsrampen angewandt werden.

Für Güterzüge, welche sich mit 25 km Geschwindigkeit per Stunde bewegen, darf diese Rampenhöhe 5 m betragen; für Personenzüge mit 60 km Geschwindigkeit würde dieselbe bis auf 14 m anwachsen können, ohne den Betrieb wesentlich zu beeinflussen.

Müssen bei einer Bahnanlage gröſsere Höhen erstiegen werden, so soll man nach der bisher allgemeinen Regel diese durch eine stetige Steigung zu gewinnen suchen, um die letztere möglichst zu ermäſsigen. Bei nicht sehr groſser Länge, etwa bis zu 5 km, erscheint dies Verfahren zweckmäſsig, es hat aber Bedenken, wenn diese Steigungen gröſsere Längen erhalten, zumal wenn dieselben die festgesetzte Maximalsteigung ganz oder nahezu erreichen, und also die Maschine auf derselben mit voller Kraft arbeiten muſs. In einem solchen Falle wird es dem Maschinisten oft sehr schwer, den erforderlichen Dampfdruck und Wasserstand durch Heizung und Speisung des Kessels zu erhalten, demzufolge häufig Betriebs-Unregelmäſsigkeiten entstehen. Es erscheint daher zweckmäſsig, derartige lange Steigungen durch flach ansteigende oder horizontale Strecken von circa 400 m Länge in Entfernung von 5 km zu unterbrechen, wenn dieses nicht schon durch die Horizontalen der Bahnhöfe geschieht, um dem Maschinisten Zeit und Gelegenheit zu geben, das Feuer der Maschine in Ordnung zu bringen und den Kessel mit Wasser zu versehen.

Verlorene Steigungen über die Grenze der vorstehend angeführten hinaus müssen möglichst vermieden und sollen nur dann zugelassen werden, wenn deren Vermeidung unverhältnismäſsige Opfer verlangt.

In Tunneln soll man die Maximalsteigung nicht zur Anwendung bringen, da hier die Feuchtigkeit der Schienen die Leistungsfähigkeit der Maschine stark beeinträchtigt, was auf der freien Strecke nur bei ungünstigem Wetter stattfindet.

[5]) Zeitschr. des bayer. Arch.- u. Ing.-Ver. Jahrg. 1876, Heft 6.

Während auf der freien Strecke unter normalen Verhältnissen der Adhäsions-Koeffizient für die Räder der Treibachsen auf den Schienen $^1/_7$ beträgt, vermindert sich derselbe auf den feuchten Schienen in Tunneln auf $^1/_8$, so dafs zweckmäfsig in diesem Verhältnisse eine Verminderung der Maximalsteigung in Tunneln einzutreten hat.

Der Bericht des Ober-Ingenieurs W. Hellwag über die Ausmittelung der Bahnachse und des Längenprofils der Gotthardbahn sagt hierüber Folgendes:

„Da in langen Tunneln die Schienen meist schlüpfriger sind, als auf der freien Bahn, so mufs, wenn die Zugkraft im stande sein soll, dieselbe Zuglast, welche sie in der offenen Strecke fortbewegt, noch in solchen Tunneln anstandslos zu fördern, die Steigung in diesen, der Abnahme der Adhäsionskoeffizienten entsprechend vermindert werden. Den praktischen Erfahrungen am Brenner, Semmering und Mont-Cenis gemäfs sinkt der Adhäsionskoeffizient, welcher auf offenen Bahnstrecken von 25‰ Steigung und Kurven von 300 m Radius $^1/_7$ beträgt, in grofsen Tunneln auf $^1/_{7,8}$ bis $^1/_8$ herab, so dafs daselbst die Leistung einer achtkuppligen Berglokomotive häufig von 175 auf 150 t abgemindert wurde.

Um nun die Adhäsions-Verhältnisse auf der Gotthardbahn auf allen Teilstrecken möglichst gleich zu gestalten, und damit für den Durchgangsverkehr eine konstante Zugbelastung statthaft zu machen, soll in allen Tunneln beträchtlicher Länge, welche in Bahnkurven von weniger als 400 m Radius liegen, die Bahnsteigung und zwar in den Anschlufsbahnen von 10‰ auf mindestens $8^1/_2$ bis 9‰ und in den Rampen von 25 auf 22 bis 23‰ reduziert werden."

Nach Mafsgabe der Vereinsbestimmungen müssen die Gefälle-Wechsel ausgerundet und mufs bei scharfen Kurven der Übergang aus den geraden Linien in dieselben durch Übergangs-Kurven vermittelt werden.

Diese Übergänge können bei sehr scharfen Steigungen und Kurven soweit abweichen, dafs sie zweckmäfsig schon bei der detaillierten Bearbeitung des Projekts, insbesondere bei der Bearbeitung etwaiger gröfserer Bauwerke berücksichtigt werden.

Es würde hier zu weit führen, auf die theoretische Entwickelung dieser Übergangskurven einzugehen und müssen wir auf die unten angegebene Litteratur und auf Kapitel VIII des Handbuchs für specielle Eisenbahn-Technik über Oberbau von Baurat Sonne, herausgegeben von E. Heusinger v. Waldegg, verweisen.

b. Sicherung des Bahnkörpers. Die erste Bedingung für die Haltbarkeit des Bahnkörpers ist die vollständige Entwässerung und Trockenhaltung desselben insbesondere des Oberbaues.

Bei Bahnen in ebenem Terrain werden zu diesem Zwecke an beiden Seiten der Bahn Gräben anzulegen sein, welche das Tage- und Grundwasser derart abzuführen im stande sind, dafs der Wasserstand in denselben die Unterkante des Bettungsmaterials nicht erreicht.

Das Material dieser Gräben ist auch in der Regel zur Herstellung des Planums notwendig, da für derartige Terrainbildungen der entstehenden grofsen Transportweiten wegen eine Verwendung des Einschnittsmateriales nur selten vorteilhaft erscheint.

Besteht der Boden unter diesen flachen Dämmen aus aufweichendem Materiale, oder hat man Niederungen zu überschreiten, welche der Inundation der Flüsse u. s. w. ausgesetzt sind, so mufs man bei erdigem Damm-Material die Schienenoberkante mindestens 1,0 m über die höchste Wassermarke legen, um unter der wenig kohärenten Bettung einen trockenen und demnach tragfähigen Körper zu sichern, welcher bei Aufweichung der unteren Dammpartien die Last der darüber rollenden Züge noch zu verteilen vermag.

In hügeligem und bergigem Terrain handelt es sich der Regel nach nur darum, das von oben herabrinnende Tagewasser von dem Bahnkörper fern zu halten. Dies geschieht durch sogenannte Fanggräben, welche an der Bergseite der Bahn sowohl bei Dämmen, als auch bei Einschnitten mit gutem Gefälle angelegt werden, um das Tagewasser dem nächsten Durchlasse zuzuführen.

Unter Umständen sind diese Fanggräben bei Einschnitten durch ausgepflasterte Rinnen in den Böschungen zu ersetzen, wenn man dieselben in welligem Terrain in jeder Terrainfalte anbringt, so dafs das sämtliche Tagewasser oberhalb der Bahn von ihnen aufgenommen werden kann, und nicht zu befürchten ist, dafs zwischen denselben das Tagewasser sich einen Weg über die schutzlose Einschnittsböschung sucht und diese gefährdet.

Bei ungenügenden Vorkehrungen, das Tagewasser von dem Bahnkörper, namentlich den Einschnittsböschungen, fern zu halten, sind dauernde Reparaturen unausbleiblich, weshalb auf dieselben in ausreichender Weise Bedacht zu nehmen ist.

c. Geologische Verhältnisse, unter denen die Sicherheit der Bahnanlage gefährdet ist. Eine besondere Aufmerksamkeit ist bei der Wahl der Linie den vorkommenden Gebirgsarten zu widmen und wollen wir einige Beispiele anführen, bei welchen der Einflufs der geologischen Verhältnisse auf die Sicherheit der Bahn besonders hervortritt.

In mächtigen Schichten von thonigen und schiefrigen Gesteinen, als die oberen Mergel und Thone des rotliegenden und bunten Sandsteines, die Mergel der Keuperformation und ein Teil der Schiefer der Juraschichten z. B. die Amaltheen und Oxford-Thone u. s. w. sollen tiefe Einschnitte durchaus vermieden werden. Dies ist besonders dann erforderlich, wenn dieselben mit ausgedehnter Waldung bestanden, welche als Wasserreservoire zu betrachten sind, und unter denen das Gebirge satt getränkt zu sein pflegt. Ein jahrelanges Rutschen der Böschungen, Aufquellen der Sohle u. s. w. würde in diesen Fällen fast jedesmal sich zeigen.

Ist eine tiefe Durchschneidung nicht zu umgehen, so sind für die Bauausführung die nötigen Mafsregeln für eine vollständige Trockenlegung durch ein System von Drains, Sickergräben event. von Stollen vorzusehen und zwar ist mit diesen vor Inangriffnahme des Einschnittes, so lange also die Massen sich noch in Ruhe befinden, vorzugehen.

Ebenso haben schwächere Thonschichten in felsigem Gebirge eingelagert, durch die Bahnanlage unterschnitten, zu den grofsartigsten Rutschungen Veranlassung gegeben. Unter dem Einflusse des durch die natürlichen Klüfte des Felsens, später durch hinzukommende Risse, zutretenden Tagewassers und des Druckes der darüber liegenden Felsschicht erweichen die thonigen Bänke und bringen die überlagernden Partien in Bewegung.

In felsigen Gebirgsarten der geschichteten Formationen ist dann ferner das Streichen und Einfallen der Schichten zu beobachten.

Ein Durchschneiden derselben in der Richtung des Einfallens ergiebt günstige Resultate und grofse Baufestigkeit. Steile Böschungen zu beiden Seiten werden fast immer hier zulässig sein; auch für Tunnel wird in dieser Richtung der geringste Gebirgsdruck auftreten und zwar um so geringer, je steiler das Einfallen.

Bewegt sich in Thälern die Bahn im Streichen der Gebirgsschichten, so wird es sich empfehlen, die Seite der Schichtenköpfe aufzusuchen (s. *a* Fig. 9 auf S. 50); die bergseitigen Böschungen sind dort fest und können steil gehalten werden, die Bahn ist auf dieser Seite wesentlich in Anschnitte zu legen.

Ist man durch die Bildung des Terrains, durch die Lage der Ortschaften genötigt, die Linie unter das Einfallen der Schichten zu legen, so wird schon bei wenig steilem Einfallen Aufmessung derselben und eine genaue Untersuchung notwendig, welche Schichtenflächen wasserführend und lettig sind. Die Bahn wird auf dieser Seite vorzugsweise in Anschüttung zu führen sein (*b* Fig. 9). Ist an vorspringenden Bergnasen ein tiefes Einschneiden zufallender Gebirgsschichten nicht zu umgehen, so sind flache Böschungen und Entwässerungsanlagen oberhalb derselben angezeigt (*c* Fig. 9).

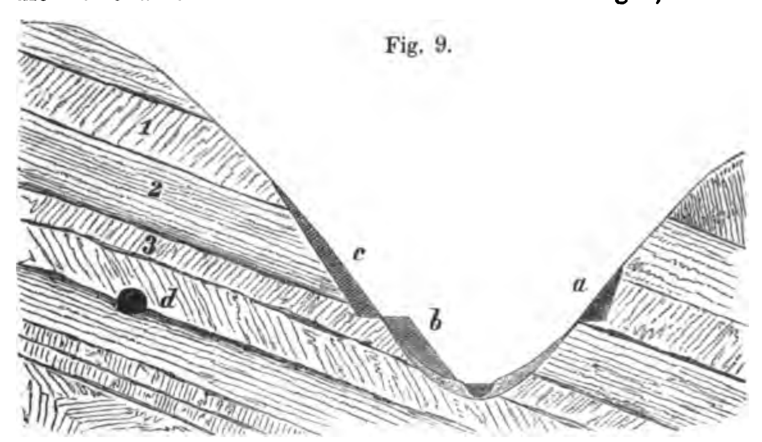


Fig. 9.

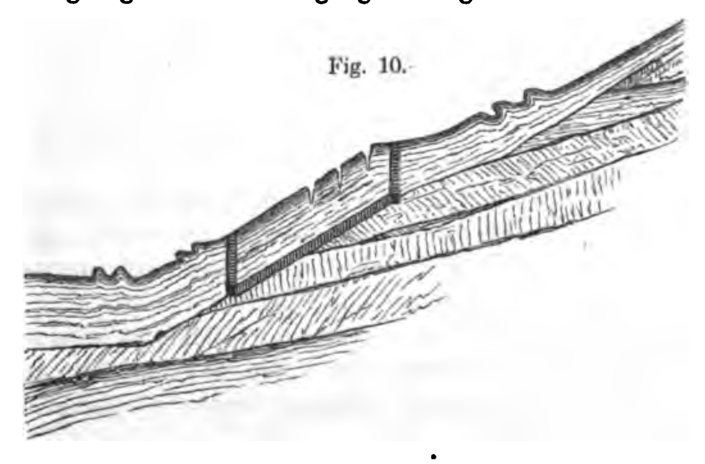
Man wird in solchen Fällen zu untersuchen haben, ob nicht Anlage eines Tunnels *d* zweckmäfsiger. Ein solcher soll aber allemal tief in den Berg unter diejenigen Schichten gelegt werden, welche (wie in Fig. 9 die Schichten *1 2 3*) am Gehänge, oder im Bette des Flusses abgeschnitten sind.

In den älteren sedimentären Gebirgen und insbesondere den Schiefern, mufs aufser auf die mineralische Beschaffenheit und die Lagerung ein besonderes Augenmerk auf „Lettenklüfte", Ablösungsflächen und Störungen, welche die Lagerung mehr oder weniger rechtwinklig durchsetzen, gehalten werden. Dieselben müssen um so sorgfältiger vermieden resp. berücksichtigt werden, als ihr Einfallen gewöhnlich ein steiles, das Lettenmittel, dem auf den Schichtungsflächen häufiges Wasser zugeführt, meist schmierig ist und ein Durchsetzen mehrerer Systeme von Klüften die Loslösung häufig befördert.

In tief eingerissenen Erosionsthälern wird man nicht selten in dieser Beziehung schwierige Fragen zu lösen haben.

Schuttkegel oder Muren an steilen Berghängen können mit Dämmen unbedenklich überschritten werden, wenn sie trocken sind. Sollen sie indes unterschnitten werden, oder wird denselben durch die Terrainbildung erhebliches Wasser zugeführt, so wird es notwendig, durch Auffahren eines Stollens auf dem Kiele der Schuttrinnen für genügende Trockenlegung zu sorgen.

Jüngere Bildungen der Tertiär- und Braunkohlenformation, des Diluviums und Alluviums, befinden sich, wenn auf Bergabhängen in grofser Mächtigkeit aufgelagert und häufigen Wechsel von sandigen und thonigen Schichten zeigend, zuweilen auf grofse Ausdehnungen hin in Bewegung (vergl. Fig. 10). An Aufschürungen und wellenförmigen Bildungen des Terrains den Lehnen entlang,


Fig. 10.

moränenartigen Rändern, zumal am Fufse der Lehnen und auf der Thalsohle, wird man das Vorhandensein solcher Bewegungen, die nicht selten mit jahrelangen Unterbrechungen sich zeigen, erkennen können.

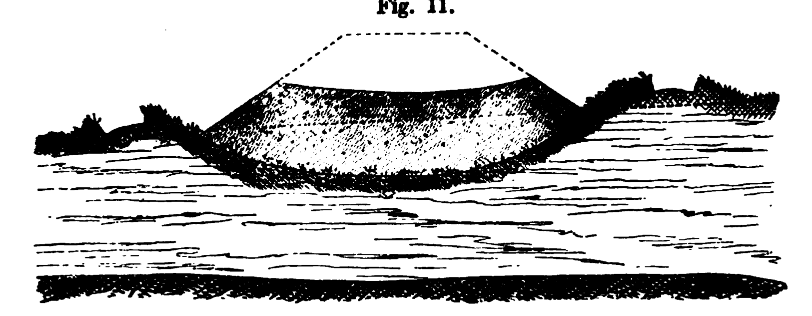
Ein derartiges Terrain ist in diesem Zustande für eine Bahn weder mit Damm noch mit Einschnitt passierbar, die Unterbrechung des Wasserablaufes, die Erschütterung durch die überfahrenden Züge mufs dasselbe in Bewegung setzen.

Es erübrigt nur durch sorgfältiges Studium des Terrains, die in Bewegung befindlichen Schichten zu bestimmen und durch ausgedehnte Drainage mittels Röschen, Stollen u. s. w. in reichlicher Breite den Terrainstreifen, über welchen die Bahn geführt werden soll, trocken und damit fest zu legen, bevor mit der Herstellung des Bahnkörpers begonnen wird.

Flache Torfmoore bis 4 m Tiefe zeigen in der Regel, ihrer ganzen Mächtigkeit nach, die fasrige Konsistenz des Torfes. Wenn dieselben daher auch kompressibel sind, so bieten sie dem Bahnbau doch keinerlei Schwierigkeit. Beträgt die Höhe des darüber führenden Dammes mindestens $^1/_3$ der Mächtigkeit des Moores, so pflegt dieser die nötige Kompression allein hervorzubringen. Ist der Damm niedriger, so genügt es, den Torf so tief auszuheben, dafs diese Höhe der Schüttung erreicht wird.

In tieferen Mooren befindet sich jedoch die grofse Masse desselben noch in breiartiger Konsistenz und nur auf der Oberfläche zeigt sich ein bis zu 1 m dickes, filzartiges Gebilde, in dem die Wurzeln der Ericeen u. s. w. sich verzweigen. Diese filzartige Decke ist mit Vorteil zur Herstellung der Dämme verwendet worden, indem man in der der Tiefe entsprechenden Entfernung vom Fufse des Dammes dieselbe mit Seitengräben durchschnitt und den Damm in niedrigen Schichten gleichmäfsig auftragend, die ganzen Partien versenkte, so dafs die Filzdecke des Moores sich wie eine Schutzdecke um den in den vorliegenden Fällen meistens aus Sand bestehenden Damm legte (s. Fig. 11).

Fig. 11.



B. Generelle Vorarbeiten.

§ 6. Vorstudien. — Feststellung der wichtigsten Tracierungselemente in Rücksicht auf den Charakter und den Betrieb der Bahn nach Mafsgabe des zu erwartenden Verkehrs und der Terrainverhältnisse. — Programm. Die nächste Aufgabe, welche dem die Vorarbeiten zu einer neuen Bahnanlage leitenden Ingenieur zufällt, besteht darin, nach den gestellten Anforderungen an dieselben, in Bezug auf Leistungsfähigkeit und Anlagekosten, die Bahn in ihren Grundzügen festzustellen.

Da die örtlichen Verhältnisse hierbei eine wesentliche Rolle spielen, so kann diese Aufgabe in präciser Form nur Hand in Hand mit den eigentlichen, in den folgenden Paragraphen beschriebenen generellen Vorarbeiten gelöst werden. Eine vorläufige Entscheidung der hierher gehörigen Fragen nach dem praktischen Urteile eines erfah-

renen Ingenieurs für den Beginn der ersten Feldarbeiten mufs daher nach dem Resultate der letzteren rektifiziert werden.

Alle auf den Charakter und die Anordnung einer Bahn Bezug habenden Fragen greifen eng ineinander. Starke Steigungen und scharfe Kurven verringern in coupiertem Terrain wesentlich die Anlagekosten, verteuern aber anderseits den Betrieb. Die Nachteile der ersteren können durch schwächere Züge und geringere Geschwindigkeit derselben teilweise wieder ausgeglichen werden. Letztere sind wieder von der Gröfse des Verkehrs abhängig und werden durch diese bestimmt. Der leitende Ingenieur soll sich von dem wechselseitigen Einflusse aller dieser Fragen ein klares Bild machen und denselben möglichst in Zahlen ausdrücken.

Heider empfiehlt in seiner „systematischen Anleitung zum Tracieren von Eisenbahnen“ die Resultate der berührten und sich anschliefsenden Erwägungen in einem Programme zusammenzustellen, und wollen wir im Nachstehenden die einzelnen Momente, welche auf die Tracierungsarbeiten von Einflufs und in einem solchen Programme aufzunehmen sind, einer kurzen Besprechung unterziehen.

1. Schwere der zu bewegenden Züge.

Das Gewicht der Züge, welche auf der zu projektierenden Bahn befördert werden sollen, bildet den Ausgangspunkt für die Erörterungen fast aller hierher gehörigen Fragen. Es bedingt dasselbe die Zugstärken der Lokomotiven, die zulässigen Steigungen und Krümmungen, die Fahrgeschwindigkeit u. s. w.

In den meisten Fällen sind für diese Ermittelungen die Personenzüge, ihrer Natur nach gegenüber den Lastzügen, von untergeordneter Bedeutung. Ihre Schwere bleibt für gewöhnlich weit hinter den normalen Güterzügen zurück, und ist dementsprechend ihr Einflufs auf das Alignement der Bahn geringer.

Wir haben es daher hier mit den Lastzügen zu thun. Ihre normale Stärke ist festzustellen nach der Zahl der zu befördernden Tonnen Güter mit Rücksicht auf die aus den Steigungs- und Krümmungsverhältnissen vorläufig angenommene Zuggeschwindigkeit und der Entfernung der Stationen von einander, auf welcher Züge in entgegengesetzter Richtung kreuzen können.

Bei Flachlandsbahnen geht man mit den Zugstärken bis zu 150 Achsen, über welche Zahl nach den allgemeinen Bestimmungen nicht hinaus gegangen werden soll. Als Beispiel für die Zugstärken in gebirgigem Terrain, für Bahnen, welche noch mit gewöhnlichen Maschinen befahren werden, führen wir die Gotthardbahn (Steigung 25‰) an und lassen die hierauf bezügliche Stelle aus dem Berichte des Ober-Ingenieurs Hellwag über die Gotthardbahn folgen: „Für die Zuglängen sind angenommen 50 Achsen vollbeladener Waggons (à 5 t Eigengewicht und 10 t Ladegewicht), diese nehmen samt Lokomotive und Tender 230 m in Anspruch. Bei Ausnutzung von 40% des Ladegewichts können die Züge eine Länge von 75 Achsen, à 4,5 t erhalten, daher äufserste Länge derselben 340 m und hiernach Minimallänge der Zwischenstation 350 m.“

2. Zug-Geschwindigkeit.

Nach der angenommenen Zugstärke und den vorläufig annähernd zu ermittelnden Steigungen ist mit Hülfe der in Kap. II gegebenen Formeln die vorteilhafteste und die noch mögliche Geschwindigkeit für diese Züge zu berechnen. Die dort ausgeführten Beispiele zeigen, dafs diese Geschwindigkeit für Güterzüge zwischen 15 bis 20 km in der Stunde ohne Aufenthalt auf den Stationen und Verlust beim Halten und Anfahren

liegt, wonach die jetzt fast überall übliche gröfsere Geschwindigkeit für dieselben eine wohl in vielen Fällen zu vermeidende Verteuerung des Betriebes in sich schliefst.

Die Geschwindigkeit der Personenzüge richtet sich nach anderen Momenten, als denen der billigsten Beförderung und ist dieselbe, wenigstens bei vielen Hauptbahnen, durch Rücksicht auf konkurrierende Nachbarbahnen und auf das Interesse des reisenden Publikums mehr oder weniger beeinflufst.

3. Zahl der Gleise.

Wohl nur in sehr seltenen Fällen wird bei einer neu zu erbauenden Hauptbahn I. oder II. Ranges von vornherein die Anlage zweier Gleise notwendig sein, doch wird man in der Regel auf die spätere Anlage eines zweiten Gleises Bedacht nehmen müssen und werden nur ausnahmsweise die Verhältnisse derartig liegen, dafs die Möglichkeit eines solchen ganz ausgeschlossen bleibt.

Das auf einer eingleisigen Bahn event. mit Zuhülfenahme von Nachtdienst zu befördernde Quantum Güter ergiebt sich aus der angenommenen Zugstärke, der berechneten Zuggeschwindigkeit und der Entfernung der Stationen von einander, welche eine Kreuzung der Züge gestatten.

Ist es wahrscheinlich, dafs nach einer gewissen Reihe von Jahren der Verkehr über dieses Güterquantum hinaus gewachsen sein wird, dann entsteht die Frage, wie weit bei der ersten Anlage des Bahnkörpers auf die spätere Herstellung des zweiten Gleises Rücksicht zu nehmen ist.

In vielen Fällen stellt man von vornherein den ganzen Bahnkörper gleich für zwei Gleise her, so dafs man eintretenden Falls nur noch das Legen des zweiten Gleises zu besorgen hat. Es wird bei dieser Anordnung für eine Reihe von Jahren ein nicht unbedeutendes Kapital tot niedergelegt, was nur dann gerechtfertigt erscheinen kann, wenn mit einiger Wahrscheinlichkeit schon in kurzer Zeit das zweite Gleis notwendig werden wird, so dafs die Zinsen des mehr aufzuwendenden Kapitals bis zu dieser Zeit geringer bleiben, als die entstehenden Mehrkosten, welche die nachträglichen Erweiterungsbauten gegenüber einer einheitlichen Ausführung des Bahnunterbaues für beide Gleise erforderlich machen.

Wo das voraussichtlich in Bezug auf den gesamten Bahnkörper nicht zutrifft, wählt man auch wohl häufig einen Mittelweg, indem man den für eine zweigleisige Bahn durchweg erforderlichen Grund und Boden gleich von vornherein erwirbt und ebenso gleich bei der ersten Anlage die gröfseren Bauwerke für zwei Gleise einrichtet, speciell gröfsere Brücken, Viadukte, Tunnel u. s. w., deren Erweiterung mit besonderen Schwierigkeiten und Kosten verbunden, und unter Umständen nur bei Unterbrechung des Betriebes auszuführen sein würden. Nur unter solchen Verhältnissen, welche wenig Aussicht auf die spätere Notwendigkeit eines zweiten Gleises bieten, und welche die äufserste Einschränkung der Anlagekosten erheischen, sollte man von der letzteren Anordnung abgehen, wenigstens aber immer den Grund und Boden von vornherein für die Anlage der zwei Gleise erwerben, da hierfür verhältnismäfsig nur geringe Opfer zu bringen sind, welche leicht bei später nötig werdenden Ankauf besonders in der Nähe der Bahnhöfe durch die verschiedensten erschwerenden Umstände aufgewogen werden.

Es kommen auch Fälle in der Praxis vor, die es zweckmäfsig erscheinen lassen, eine Bahn auf gröfsere Strecken teils eingleisig, teils zweigleisig auszuführen. Dies kann bei einer gewissen Gröfse des Verkehrs durch die Steigungsverhältnisse einer Bahn bedingt werden und wird dann angewandt, wenn eine Bahn mit schwachen Steigungen in eine solche mit starken Steigungen übergeht.

Eine doppelgleisige Bahn erlaubt mehr als das doppelte Quantum von dem, was auf einer eingleisigen Bahn gefahren werden kann, zu befördern, da die Züge nicht in Stations-, sondern nur in Blockstations-Distanz zu folgen brauchen, was dort bei sich kreuzenden Zügen nicht möglich ist.

In sehr industriellen Gegenden, besonders in Kohlendistrikten, ist es bisweilen auch angezeigt, eine Hauptbahn mit einer Lokalbahn so zu verbinden, dafs sowohl dem durchgehenden, wie dem Lokalverkehre genügend Rechnung getragen wird, und pflegt man zu diesem Zwecke neben den beiden Hauptgleisen ein drittes Gleis für den Lokalverkehr vorzusehen, in welches dann beliebig viele Anschlüsse einlaufen können, was bei den Hauptbahnen, wenigstens in Deutschland, auf der freien Strecke nicht zulässig ist.

Beispiele für derartige Anlagen sind die Linien Wattenscheid-Dortmund der ehemals Rheinischen Eisenbahn und Oberhausen-Dortmund der Köln-Mindener Bahn. — In jedem einzelnen Falle ist diese Frage durch angenährte Kostenberechnung zu entscheiden und mögen hierfür die nachstehenden Betrachtungen einen Anhalt gewähren.

Die Breite der Bahnkrone einer eingleisigen Bahn soll nach den technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen nicht unter 4 m betragen, die einer zweigleisigen nicht unter 7,5 m. Da die erforderlichen Böschungen des Bahnkörpers, die Breite der Gräben, die Schutzstreifen und die Parallelwege bei beiden dieselben bleiben, so ergiebt sich bei der Annahme einer durchschnittlichen Gesamtbreite der zu erwerbenden Grundfläche für eine eingleisige Bahn mit 18 m ein Verhältnis von 18:21,5 zwischen den Grundflächen für eine eingleisige und eine zweigleisige Bahn. Da ferner die für Durchschneidungen u. s. w. bei dem Grunderwerb zu zahlenden Entschädigungen ebenfalls für beide gleich bleiben, so sind die aus dem Grunderwerb für die Anlage des zweiten Gleises sich ergebenden Mehrkosten auf 15 bis 20% dieser Kosten für eine eingleisige Bahnanlage zu schätzen.

Bei den in der Tabelle XXVI aufgeführten Bahnen macht der Grunderwerb durchschnittlich 10% der gesamten Anlagekosten für dieselben aus und betragen darnach diese Kosten für das zweite Gleis 1,5 bis 2,0% des Gesamtkapitals.

Die Mehrkosten an Erdarbeiten und an Bauwerken für den Unterbau eines zweiten Gleises sind nach den durchschnittlichen Massenverhältnissen auf 25 bis 35% der Gesamtkosten dieser Arbeiten für eine eingleisige Bahnanlage zu schätzen, und ergeben sich, da nach der erwähnten Tabelle diese Kosten rund 25 bis 30% des ganzen Anlagekapitals einer Bahn ausmachen, zu 6 bis 11% des letzteren.

Die Kosten des Oberbaues für das zweite Gleis der freien Strecke sind in Rücksicht auf die zum gröfsten Teile für beide Gleise notwendigen Nebengleise, Weichen, Drehscheiben, Schiebebühnen u. s. w. auf den Bahnhöfen auf circa 80% der Oberbaukosten für ein Gleis zu schätzen. Bei einer zweigleisigen Bahn betragen die Oberbaukosten 60000 bis 80000 M. pro km oder je nach den geringeren oder gröfseren Kosten des Bahnunterbaues 25% der Gesamtanlagekosten. Mithin ergeben sich, die Kosten für ein zweites Gleis zu 56000 M. pro km oder zu 18 bis 22% der Gesamtkosten. Die Gesamtkosten einer eingleisigen Bahn verhalten sich demnach zu denen einer doppelgleisigen, wie 100 zu 130 bis 150.

Nach diesen Angaben ist die Rechnung für einen gegebenen Fall durchzuführen und nach dem Ausfall derselben die in Rede stehende Frage zu entscheiden.

Ist diese Entscheidung dahin ausgefallen, dafs der Unterbau der Bahn zunächst nur für ein Gleis auszuführen ist, eine spätere Erweiterung für das zweite Gleis aber möglichst leicht bleiben soll, dann empfiehlt es sich, einzelne gröfsere Bauwerke wenig-

stens in den Fundamenten für das zweite Gleis vorzurichten und als Mittellinie der Bahn nicht die der eingleisigen, sondern die der zweigleisigen Bahn anzunehmen und für diese die günstigste Lage zu ermitteln, da namentlich in coupiertem Terrain bei Bergbahnen und auch im Flachlande bei Wegen und Wasserläufen die Bahnbreite Einfluſs auf die Lage der Bahnlinie ausübt, und daher eine spätere Erbreiterung des Bahnkörpers behufs Anlage eines zweiten Gleises ohne Beachtung dieser Anordnung oft nicht unwesentlich erschwert wird. Wir lassen aus den von der Generaldirektion der königl. bayerischen Verkehrsanstalten gegebenen „Vorschriften über Ersparungen im Eisenbahnbau" die auf Vorkehrungen für die Anlage eines zweiten Gleises bezüglichen hierunter folgen:

Trace. Ob eine Bahnlinie vorerst links oder rechts der ausgesteckten Doppelbahnachse ausgeführt werden soll, ist nicht ohne weiteres für die ganze Strecke, sondern von Station zu Station zu bestimmen, und selbst zwischen diesen kann durch die Terrainverhältnisse ein Wechsel zur Vermeidung gröſserer Baukosten zweckmäſsig erscheinen.

Vorbereitungen für Doppelbahn. Von den bayerischen Staatsbahnen ist nicht einmal $^1/_{12}$ der Länge nachträglich für Doppelbahn ausgeführt worden und durchschnittlich nicht vor 15 Jahren nach der Bahneröffnung. Die Vorbereitungen beim ersten Bau für spätere Doppelbahn haben daher mit Einrechnung der Zinseszinsen mehr denn 24 mal so viel gekostet, als genützt. Wegen den vielen neuen Parallelbahnen werden künftig zweite Gleise noch seltener werden. Aus diesem Grunde sind bei den neuen Linien thunlichst wenige Vorbereitungen für spätere Doppelbahn zu treffen und nur der Grund und Boden für diese zu erwerben.

Kunstbauten. Nur künstliche Fundationen und sehr hohe Brücken sind sogleich ganz für Doppelbahn herzustellen, kleinere Kunstbauten aber durchaus für einfache Bahn, wobei die Flügel auf der Doppelbahnseite in der Regel als gerade Böschungsflügel mit der Stärke der Widerlager auszuführen sind.

Sowohl gewölbte, als eisengedeckte Brücken von nicht sehr bedeutender Höhe mit Stirnflügel werden auf der Seite des gewählten Gleises ganz normal ausgeführt; auf der Doppelbahnseite erhalten die Widerlager gleiche Stärke, aber Abtreppungen, welche $1^1/_2$ maliger Böschung entsprechen, und werden die Stirnflügel demgemäſs niedriger und kürzer gehalten. Hierdurch erreicht man vorerst Verringerung der Baukosten und für die Folge Erleichterung der Erweiterung für Doppelbahn.

4. Spurweite.

Die Wahl der für eine neue Hauptbahn zu wählenden Spurweite unterliegt keinem Zweifel, da es für diese glücklicherweise bis auf wenige Ausnahmen nur eine Spurweite giebt. Anders ist es bei den sekundären Bahnen, und sind für diese die Ansichten über die zweckmäſsigste Spurweite sehr verschieden. Während ein groſser Teil angesehener Eisenbahn-Techniker auch für sekundäre Bahnen die normale Spurweite beibehalten wissen wollen, sind vielleicht ebenso viele Stimmen für die Einführung schmaler Spurweiten und ist diese Frage noch nicht als abgeschlossen zu betrachten. Es würde für die vorliegende Aufgabe zu weit führen, wenn wir näher auf dieselbe eingehen wollten, und soll hier nur hervorgehoben werden, daſs nach den Bestimmungen der Bahnordnung für deutsche Eisenbahnen untergeordneter Bedeutung (vergl. S. 44) für die Gestaltung der sekundären Eisenbahnen zweierlei Spurmaſse vorgeschrieben sind und zwar ein solches von 1 m und von 0,75 m, um wenigstens so viel als möglich eine Gleichartigkeit hierin zu erhalten.

5. Kronenbreite.

Die Kronenbreite eines Bahnkörpers ist durch die technischen Vereinbarungen für die verschiedenen Bahnklassen festgesetzt.

In Tabelle XXVI sind in Kolumne 4 die verschiedenen Kronenbreiten der dort aufgeführten Bahnen angegeben.

6. Steigungsverhältnisse.

Die Bahnen sind aus dem Bestreben hervorgegangen, möglichst grofse Lasten mit möglichst geringen Kräften zu befördern. Eine Eisenbahn erfüllt demnach um so vollständiger ihren Zweck, je geringer die zur Fortbewegung von Lasten nötigen Kräfte sind.

Gut angelegte und unterhaltene Lokomotivbahnen vermindern den Widerstand, den die zu befördernde Masse ihrer Bewegung entgegensetzen, unter günstigen Umständen und in den Horizontalen auf $^1/_{1000}$ ihres Eigengewichtes.

Versuche, welche mit einem besonders zu diesem Zwecke zusammengestellten Versuchszuge auf der Köln-Mindener Bahn angestellt wurden und auf welche in Kapitel II näher eingegangen ist, haben für beladene, offene zweiachsige Güterwagen diesen Widerstand $W = \frac{P}{1000}(1 + 0{,}04\,v)$ kg ergeben, wenn das Gewicht P des Zuges ohne Lokomotive und Tender in Kilogrammen und die Geschwindigkeit v in Kilometern pro Stunde ausgedrückt ist.

Waren die Wagen nicht beladen, so wuchs dieser Widerstand

$$W^1 = \frac{P^1}{1000}(1{,}5 + 0{,}076\,v) \text{ kg}.$$

Diese Formel gilt nur für geringe Geschwindigkeiten, bei welchen der Luftwiderstand keine grofse Rolle spielt. Die Widerstände wachsen demnach für bedeckte Güterwagen und Personenwagen, welche dem Winde mehr Fläche darbieten und welche, wegen des höher liegenden Schwerpunktes, weniger ruhig laufen.

Für eine Geschwindigkeit $v = 25$ km ergiebt die Formel den Widerstand des Zuges in den Horizontalen zu $^1/_{500}$ des Eigengewichtes, also gleich dem einer Steigung von $1:500$.

Nach der Formel für den unbeladenen Zug ist für $v = 25$ der Widerstand des Zuges gleich dem einer Steigung von $\frac{1000}{3{,}4} \doteq \frac{1}{292}$ zu setzen.

Nimmt man als normale Zugkraft der Lokomotive diejenige an, welche sie bei einer Cylinderfüllung von 25% des Kolbenhubes entwickelt, so kann man diese Zugkraft der Lokomotive auf nicht zu lange Zeit verdoppeln (es ist dazu eine Steigerung des Füllungsgrades der Dampfcylinder von 25 auf 63% des Kolbenhubes nötig) und somit den beladenen Zug mit derselben Lokomotive noch in einer Steigung von $^1/_{500}$ befördern, zu dessen Bewegung in den Horizontalen die normale Zugkraft der Lokomotive ausreichte, während unter den gleichen Umständen der unbeladene Zug die Einlegung einer Steigung von $^1/_{292}$ zuläfst.

Die kurze Betrachtung zeigt, dafs zur möglichst gleichmäfsigen Ausnutzung der Zugkraft die Steigungen einer Bahn um so schwächer werden müssen, je geringer der Widerstand des Zuges auf der horizontalen Strecke ist, je besser also Bahn und Fahrzeuge unterhalten werden. Vorausgesetzt ist bei dieser Schlufsfolgerung, dafs die Zugstärke in den Horizontalen der normalen Zugkraft der Lokomotive entspricht. Das Resultat wird etwas geändert, durch Einführung des vernachlässigten Widerstandes der Lokomotive und durch die in scharfen Steigungen nötig werdende Ermäfsigung der Zuggeschwindigkeit.

Beladene Güterzüge beanspruchen, wie wir gesehen haben, die geringsten Steigungen, es ist daher um so mehr nötig, die Steigungsverhältnisse einer Bahn nach ihnen zu bemessen, als der durch offene, zweiachsige Güterwagen vermittelte Güterverkehr in der Regel die Hauptrolle spielt.

Im allgemeinen ist die Zahl der Wagenmassen, welche nach beiden Richtungen über eine Bahn befördert werden mufs, gleich grofs; anders ist es aber oft mit der Menge der Güter. Findet der Hauptgüterverkehr nur nach einer Richtung hin oder nur auf einzelnen Strecken der Bahn statt, so ist er natürlich auch nur hier für die Steigungen mafsgebend, welche im übrigen nach den leichteren, mit leeren Wagen untermischten Zügen zu bemessen ist.

In Kapitel II des vorliegenden Handbuchs sind die Maximalsteigungen einer Bahn, auf der vorzugsweise Güterzüge befördert werden sollen, unter Berücksichtigung des Eigenwiderstandes und der Leistungsfähigkeit der Lokomotiven angegeben, und ist dort an bestimmten Beispielen gezeigt, wie die Steigungen mit dem Zuggewichte, dem Füllungsgrade der Cylinder und den Geschwindigkeiten sich ändern können.

Es ist daher nachgewiesen, dafs die Steigungen einer Bahn um so stärker werden dürfen, je gröfser der Widerstand der auf ihnen bewegten Fuhrwerke ist. Dem entsprechend sollen die besonders gut zu unterhaltenden Hauptbahnen I. Klasse mit den schwächsten Steigungen traciert werden. Hauptbahnen II. Klasse und sekundäre Bahnen mit normaler Spurweite und Lokomotivbetrieb dürfen schon stärkere Steigungen bekommen, die bei sekundären Schmalspurbahnen mit Lokomotivbetrieb noch mehr wachsen und endlich bei sekundären Bahnen mit Pferdebetrieb am gröfsten werden dürfen.

Als Regel ist festzuhalten, dafs starke Steigungen überall möglichst vermieden werden müssen.

Ein Vergleich der Baukosten einer Bahn mit den voraussichtlichen Betriebskosten giebt die Grenze an, bis zu welcher man die Steigung wachsen lassen kann, um die Baukosten zu verringern.

Bildet die neu zu erbauende Bahn ein Ergänzungsglied bereits bestehender Bahnen, so dafs die auf den Endstationen eintreffenden Züge über sie weiter befördert werden müssen, so können die Maximalsteigungen direkt nach der Stärke dieser Züge berechnet werden; sollen auch die Lokomotiven der Nachbarstrecken zur Weiterbeförderung der Züge benutzt werden, so sind die Maximalsteigungen gleich denen jener Strecke anzuordnen, wenn nicht etwa besondere Terrain-Schwierigkeiten eine Teilung der Züge nötig machen, um die Anwendung stärkerer Steigungen zu ermöglichen.

7. Krümmungsverhältnisse.

Auch die Krümmungsverhältnisse sind nach denen der Nachbarstrecken zu bemessen, wenn die Bahn ein Ergänzungsglied derselben in obigem Sinne bildet.

Für den Radius der einzulegenden Kurven ist der gröfste bei Lokomotiven vorkommende Radstand mafsgebend, vorausgesetzt, dafs diese Fahrzeuge keine verschiebbare Achsen oder gegliederte Untergestelle haben.

Nach den Vereinsbestimmungen darf der Radstand der Lokomotiven betragen:

bis 250 m	Radius	3,0 m		bis 500 m	Radius	5,0 m
„ 300 „	„	3,4 „		„ 550 „	„	5,4 „
„ 350 „	„	3,8 „		„ 600 „	„	5,8 „
„ 400 „	„	4,2 „		über 600 „	„	6,0 „
„ 450 „	„	4,6 „				

Stehen die Radstände der für die zu erbauende Strecke bestimmten Lokomotiven fest, so ist mit ihnen auch die Grenze für die einzulegenden Kurven gegeben, da der Radstand der Wagen wohl sehr selten so grofs wird, dafs er den von Personen- oder Schnellzug-Lokomotiven übertrifft.

Wagen mit 4 und mehr Achsen sind wohl immer mit beweglichen Untergestellen versehen, bleiben also bei der Bestimmung der Kurven aufser Frage. Bei dreiachsigen Wagen pflegt man ferner die Mittelachse seitlich verschiebbar zu machen, so dafs auch bei diesen der Radstand nicht voll in Rechnung gebracht werden darf.

Von den Kurven gilt dasselbe, was von den Steigungen gesagt wurde, sie sind möglichst zu vermeiden. Die Kurven wirken schädlicher auf den Betrieb ein, als Steigungen, weil sie nicht nur eine Vergröfserung der Zugkraft beim Durchfahren nach jeder Richtung nötig machen, was dort nur bei der Bergfahrt der Fall war, sondern auch weil diese Vergröfserung der Zugkraft durch die Reibung der Räder an den Schienen, also durch Abnutzung dieser Teile veranlafst wird.

Während also eine Steigung nur durch die nötig werdende gröfsere Zugkraft Geldopfer bedingt, ist das bei Kurven aufserdem noch durch die Erhöhung der Unterhaltungskosten von Fuhrwerken und Schienen der Fall.

Zur Bestimmung der Gröfse der Kurvenwiderstände sind eine Menge von Formeln, Regeln und Recepten angegeben, welche nach theoretischen Betrachtungen oder nach Versuchen aufgestellt sind. Die Abweichungen, welche diese Formeln für die Kurvenwiderstände ergeben, sind so bedeutend, dafs die Frage der Gröfse der Kurvenwiderstände noch als ungelöst angesehen werden mufs.

Die Kurvenwiderstände hängen von einer sehr grofsen Menge verschiedener Umstände ab; es ist für sie mafsgebend der Radstand der Fahrzeuge, der Kurvenradius, der Zustand der Radreifen (ob stark, ob wenig ausgelaufen), der Spielraum zwischen Rad und Schiene, die Überhöhung der äufseren Schiene, die Geschwindigkeit und Länge des Zuges, die Gröfse der zu seiner Fortbewegung aufzuwendenden Zugkraft, also auch die Steigung, in der er sich befindet u. s. w. Wir gehen nicht weiter auf die theoretische Ermittelung der Gröfse von Kurvenwiderständen hier ein und verweisen auf die zahlreiche sie behandelnde Litteratur.

In den technischen Vereinbarungen ist folgende Parallele zwischen Kurven und Steigungen gezogen:

Beträgt die Maximalsteigung der Bahn 1:200, so ist der Radius der Kurven nicht kleiner als 1100 m zu wählen, Steigungen von 1:100 und 1:40 entsprechen Kurven von 600 und 300 m.

Terrain, welches die Anwendung starker Steigungen verlangt, nötigt meist auch zur Einlegung scharfer Kurven. Bei Bahnen, welche wegen ihrer geringen Steigungen günstige Betriebsverhältnisse darbieten, wirken scharfe Kurven schädlicher, als wenn der Betrieb schon durch starke Steigungen ohnedies erschwert ist. Die Feststellung der Maximalsteigungen und der schärfsten Kurven darf aus diesen Gründen nicht unabhängig von einander erfolgen.

Der tracierende Ingenieur hat sich zu hüten, die Maximalsteigungen und schärfsten Kurven an dieselben Stellen der Bahn zu verlegen. Er thut gut überall dort, wo die gleichzeitige Anwendung von Steigungen und Kurven nicht zu vermeiden ist, den Widerstand der letzteren in den einer Steigung mit gleichem Widerstande umzurechnen.

Scheffler giebt hierfür folgende Regel, welche wohl die allgemeinste Anwendung gefunden hat:

Um den Widerstand einer Kurve von r^m Radius, welche in einer Steigung liegt, durch Ermäfsigung dieser Steigung dergestalt aufzuheben, dafs bei der Bergfahrt die Kurve nebst Steigung kein gröfseres Bewegungshindernis darbietet, als eine Steigung von $\frac{1}{n}$ in gerader Linie, mufs die Steigung in der Kurve gleich $\frac{1}{n} - \frac{1}{1{,}31\,r}$ genommen werden. Hiernach würde z. B. der Widerstand einer Kurve von 600 m, welche in einer geradlinigen Steigung von $^1/_{150}$ anschliefst, durch die Ermäfsigung der Steigung auf $\frac{1}{150} - \frac{1}{1{,}31 \cdot 600} = \frac{1}{185}$ neutralisiert werden.

Erhielte diese Kurve eine Steigung $^1/_{150}$, so würde ihr Widerstand bei der Bergfahrt dem Widerstande einer geradlinigen Steigung von $\frac{1}{150} + \frac{1}{1{,}31 \cdot 600} = \frac{1}{125}$ gleich kommen.

Diese berechnete Steigung darf die zulässige Maximalsteigung der Bahn nicht überschreiten.

8. Stärke der Lokomotiven und Stärke des Oberbaues.

Die Stärke der Lokomotiven richtet sich nach den Steigungsverhältnissen der Bahn und nach der Gröfse des Verkehrs, vornehmlich des Güterverkehrs.

Bei einer gut konstruierten Lokomotive soll die Zugkraft zu der Gröfse des Dampferzeugungsapparates und der des adhärierenden Gewichtes in einem bestimmten Verhältnisse stehen.

Eine einseitige Vergröfserung des adhärierenden Gewichtes ist unnütz, wenn die Zugkraft zu gering ist, um es auszunutzen, und diese wieder ist überflüssig, wenn der Kessel nicht im stande ist, den nötigen Dampf zu erzeugen. In Kapitel II unter „Wahl der Lokomotiven“ ist das Nötige über die Bestimmung der Lokomotivabmessungen gesagt.

Im Flachlande ist man oft in der Lage, eine Bahn so günstig zu tracieren, dafs zur sicheren Beförderung der schwersten Güterzüge mit der höchsten zulässigen Achsenzahl nur Lokomotiven mit zwei gekuppelten Achsen, oder wenn drei Achsen gekuppelt sein müssen, mit Achsbelastungen, welche ziemlich erheblich hinter den noch erlaubten zurückbleiben, erforderlich werden.

Da das Gewicht der Lokomotiven für die Stärke des Bahnoberbaues mafsgebend zu sein pflegt, so treten bei so günstig tracierten Linien nicht nur Ersparungen in den Beschaffungs- und Unterhaltungskosten der Lokomotiven, sondern auch des Bahnoberbaues ein, die oft unter günstigen Terrainverhältnissen die Kosten der gröfseren Erdarbeiten reichlich ausgleichen.

Ist der Güterverkehr sehr gering, so kann es sich auch empfehlen, denselben auf eine gröfsere Anzahl Güterzüge zu verteilen, um die Anwendung von durchweg leichten Maschinen und leichtem Oberbau zu ermöglichen.

Abgesehen von dem Gewichte der Lokomotiven, ist die Stärke des Bahnoberbaues von der Geschwindigkeit der die Strecke passierenden Züge abhängig. Mit wachsender Geschwindigkeit mufs die Stärke desselben zunehmen.

Wir verweisen betreffs der Dimensionierung der Schienen auf das VII. Kapitel des Handbuchs für specielle Eisenbahntechnik, herausgegeben von E. Heusinger v. Waldegg, „Festigkeitstheorie der Schienen“, bearbeitet von Professor Dr. E. Winkler. Auf sekundären und namentlich Schmalspurbahnen ist die Anwendung leichter Lokomotiven und leichten Oberbaues Regel.

Werden zum Betriebe normalspuriger sekundärer Bahnen nicht die Lokomotiven von angrenzenden Hauptbahnen benutzt, sondern besondere Lokomotiven verwandt, so

soll man diese womöglich so konstruieren, dafs ihre Achsbelastungen nicht gröfser werden als die des schwersten Wagens. Die Lokomotiven sollen thunlichst nur zweiachsig und gekuppelt sein, weil sie sich so den Kurven am leichtesten anschmiegen und ihr ganzes Gewicht für die Zugkraft nutzbar gemacht wird.

Besondere Tender sind zu vermeiden, bei den meist erheblichen Steigungen und kurzen Zügen der sekundären Bahnen spielt die zur Beförderung eines besonderen Tenders nötige Zugkraft schon eine bedeutende Rolle.

Nur in solchen vereinzelten Fällen wird sich die Anwendung von dreifach gekuppelten Achsen mit oder ohne besonderen Tender empfehlen, wo der Güterverkehr und die Steigungen bedeutend, dagegen die Kurven nur schwach sind, und der leichte Oberbau keine starke Achsbelastungen zuläfst. So konstruierte Lokomotiven gestatten die Wahl eines billigen Oberbaues, zu dem häufig die ausgewechselten Schienen von Hauptbahnen benutzt werden dürfen.

Für die Wahl der Lokomotiven von sekundären Bahnen sind wieder dieselben Momente mafsgebend, welche bei den Hauptbahnen in Betracht kommen, nur ist hier noch gröfseres Gewicht als dort, auf eine zweckmäfsige Bestimmung des Radstandes der Lokomotive zu legen, weil dieser allein für den Radius der Kurven mafsgebend zu sein pflegt.

Wird eine sekundäre Bahn durch Pferde betrieben, so ermöglicht man oft passend dadurch die Einlegung von scharfen Kurven, dafs man nur das eine der beiden Räder einer Achse auf dieser befestigt und das andere, wie bei Landstrafsenfuhrwerken lose aufsetzt. Die Drehung des losen Rades auf der Achse entspricht nur dem Unterschiede der Längen des äufseren und inneren Schienenstranges.

Als Anhaltspunkt für die Dimensionierung von Lokomotiven sekundärer Bahnen und für die Beurteilung der von diesen Maschinen zu erwartenden Leistungen lassen wir hier zwei Tabellen (S. 61 u. 62) folgen, deren erste die entsprechenden Verhältnisse der in der Lokomotivfabrik von Kraufs & Cie. in München gebauten Tenderlokomotiven für sekundäre Bahnen angiebt, während die zweite sich auf Tenderlokomotiven aus der Fabrik der Maschinenbaugesellschaft Karlsruhe bezieht.

Zu diesen Tabellen ist zu bemerken: Für schmalere Spuren, als in den Tabellen angegeben, dürfen auch die Kurven gegen dort stärker werden.

Die Maschinen bis zu 10 Pferdestärken passen besonders gut für den Zugkraftdienst in grofsen Etablissements; für Bauunternehmungen sind die 20, 30, 40 und 50 pferdigen Maschinen beliebt. Für sekundäre Bahnen mit starkem Personenverkehr sind die 60 pferdigen Lokomotiven zu empfehlen, während die stärkeren vorzuziehen, wenn der Güterverkehr überwiegt und die Steigungen erheblich sind.

9. Einteilung der Bahn in Betriebsstrecken.

Der Verkehr auf Bahnen, welche teils im flachen Lande, teils im Gebirge liegen, kann nicht mit Vorteil in beiden Strecken mit gleichen Lokomotiven und Zugkräften aufrecht erhalten werden. Während man oft in der Lage ist, im Interesse einer billigeren Bahnunterhaltung im flachen Lande leichtere Maschinen anzuwenden, ist man meist gezwungen, trotz Benutzung der schwersten dreifach gekuppelten Lokomotiven, eine Reduktion der Zugstärken im Gebirge eintreten zu lassen.

Da es unbequem sein würde, von den am Fufse der Gebirgstrecken angebrachten Zügen den entsprechenden Teil der Achsen auszusetzen und diese so lange anzusammeln, bis sie einen neuen Zug bilden, ist es zweckmäfsig, die Steigungen der Gebirgsstrecke

Tabelle XV.

Prinzipal-Verhältnisse der von Kraufs & Co. in München für sekundäre Bahnen gebauten Tender-Lokomotiven.

(Diese Maschinen werden auch mit Partial-Adhäsion und anderen Übersetzungs-Verhältnissen, resp. gröfseren Triebrädern gebaut.)

(Mafse in Millimetern.)

Die stärkeren Lokomotiven mit mehr als 30 Pferdekräften finden für schmale und normale Spuren Anwendung; diejenigen von weniger als 30 Pferdekräften auch für geringere Spurweiten bis zu 500 mm abwärts.

Leistung in Pferdekräften (effektiv) *a*	10	20	35	45	60		80		100		125		150		225		275		325	400	500
Anzahl Räder (gekuppelt)	4	4	4	4	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	6	6	8
Cylinder-Durchmesser (d) . . . . *b*	115	140	160	180	210	210	225	225	260	260	280	280	300	300	320	320	320	320	415	450	480
Kolbenhub (h) . . . . *c*	160	300	300	300	400	400	400	400	400	400	500	500	500	500	540	540	540	540	610	610	610
Rad-Durchmesser (D) . . . . . *d*	390	580	580	580	800	800	800	800	800	800	910	910	910	910	910	910	970	970	1200	1200	1200
Dampfdruck, Atmosphären (p) . . *e*	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Heizfläche (wasserberührte) qm . . *f*	6,02	9,88	15,22	18,01	23,48	23,48	28,93	28,93	35,00	35,00	48,25	48,25	50,0	50,0	72,3	72,3	85,8	85,8	100,4	125,0	150,0
Rostfläche qm . . . . *g*	0,20	0,219	0,25	0,35	0,43	0,43	0,43	0,43	0,525	0,525	0,53	0,53	0.85	0,85	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,7	1,9
Achsenstand . . . . *h*	900	1100	1100	1100	1800	1800	1800	1800	1800	1800	2000	2000	2250	2250	2000	2000	2450	2450	3160	3400	4000
Raum für Speisewasser Liter . . . *i*	520	800	1060	1060	2000	1800	2300	2100	2300	2100	3000	2800	3250	3000	3000	2750	4000	3700	6000	7000	8000
Raum für Kohlen „ . . . *k*	165	245	300	330	550	550	550	550	900	900	1100	1100	1300	1300	1500	1500	1500	1500	2500	2500	3000
Kesselwasser „	315	485	500	680	900	900	1000	1000	1100	1100	1700	1700	2000	2000	2100	2100	2200	2200	3000	3500	4000
Spurweite (auf welche die angegebenen Fassungsräume und Gewichte basiert sind) . . . . *l*	900	1000	1000	1000	norm.	norm.	norm.	norm.	norm.	norm.	norm.	norm.	norm.	norm.	norm.	norm.	norm.	norm.	norm.	norm.	norm.
Gewicht der Maschine im Dienst (voll) kg *m*	4600	5700	7400	8000	13 000	14 000	14 500	15 500	15 500	16 500	20 000	21 000	21 000	22 500	23 500	25 000	26 000	28 600	38 000	42 000	48 000
Effektive Zugkraft auf gerader u. horizontaler Strecke $\left(\frac{0,5 \cdot p \cdot d^2 \cdot h}{D}\right)$ kg . *n*	325	610	790	1000	1320	1320	1520	1520	2030	2030	2580	2580	2970	2970	3700	3700	3420	3420	5250	6200	7000
Beförderte Brutto-Last in Tonnen à 1000 kg auf einer Steigung von $^1/_{20}$ = 50‰ . . .	2	6	7	9	12	12	14	14	22	22	28	28	30	30	45	45	35	35	60	70	80
$^1/_{40}$ = 25‰ . . .	7	15	20	26	33	33	38	38	54	54	68	68	80	80	100	100	90	90	140	170	200
$^1/_{60}$ = 16,6‰ . . .	11	23	30	40	50	50	58	58	80	80	100	100	120	120	150	150	140	140	220	260	300
$^1/_{80}$ = 12,5‰ . . .	15	30	40	50	66	66	76	76	100	100	130	130	140	140	200	200	180	180	280	340	400
$^1/_{100}$ = 10‰ . . .	18	37	48	60	80	80	90	90	120	120	160	160	180	180	240	240	220	220	340	410	460
$^1/_{200}$ = 5‰ . . .	30	58	75	90	125	125	140	140	190	190	240	240	280	280	390	390	360	360	560	660	750
$^1/_{500}$ = 2‰ . . .	45	85	110	140	180	180	200	200	280	280	360	360	400	400	600	600	530	530	860	1000	1150
$^1/_{\infty}$ = 0‰ . . .	60	120	150	200	260	260	300	300	400	400	500	500	600	600	900	900	800	800	1300	1500	1700
Dieser Leistung entsprechende Geschwindigkeit in Kilometern per Stunde . *o*	10	10	12	12	12	12	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	18	18	18	18	20
Kleinster Kurvenradius in Metern . . *p*	5	20	20	20	30	30	40	40	40	40	50	50	60	60	60	60	100	100	150	150	180
Gröfste Höhe der Maschine . . . *q*	2500	2850	2850	2850	3100	3100	3170	3170	3500	3500	3650	3650	3650	3650	4250	4250	4250	4250	4400	4500	4500
Gröfste Länge „ „ (inkl. Buffer) *r*	3580	4150	4150	4290	5300	5300	5800	5800	6100	6100	7100	7100	7100	7100	7100	7100	7500	7500	8400	8600	8900
Gröfste Breite der Maschine (bei obiger Spurweite) . . . . *s*	1500	1700	1900	1950	2300	2300	2300	2300	2500	2500	2650	2650	2700	2700	2700	2700	2900	2900	2900	2900	3000

Tabelle XVa.

Prinzipal-Verhältnisse der Tender-Lokomotiven der Maschinenbau-Gesellschaft Karlsruhe für schmale und normale Spurweiten.

Lichte Spurweite mm	Cylinder Durchmesser mm	Cylinder Hub mm	Räder Anzahl (sämtlich gekuppelt)	Räder Durchmesser mm	Räder Radstand mm	Dampf-Überdruck im Kessel concess. Atm.	Totale Heizfläche qm	Inhalt der Kasten Kohle Ctr.	Inhalt der Kasten Wasser Liter	Leergewicht Ctr.	Dienstgewicht Ctr.	Kleinst möglicher Kurvenhalbmesser m	horizontal	Geschw.	Steigung 1:100	Geschw.	Steigung 2:100	Geschw.	Steigung 3:100	Geschw.	Aequivalent an Pferdekräften
													Leistung auf gerader und horizontaler Strecke, auf folgenden Steigungen und bei nebenstehenden Geschwindigkeiten in Meter pro Sekunde und bei 1/6 des Dienstgewichts als Adhäsion. Leistung in Tonnen à 1000 kg.								
500	110	150	4	410	900	10	3,8	1/2	75	45	53	5	20	2	7	1 1/2	6	1	3 1/2	1	4
550	110	150	4	410	900	10	3,8	1/2	75	46	54	5	22	2	8	1 1/2	6	1	3 1/2	1	4
835	150	280	4	680	1100	7	7,2	2 1/2	530	99	123	10	—	—	—	—	—	—	—	—	9
660	150	280	4	544	1020	10	8,5	2 1/2	400	65	72	16	54	2	17	2	13	1	9	1	10
660	150	280	4	544	1020	10	8,5	2 1/2	400	73	88	16	58	2	18	2	14	1	9	1	10
690	150	280	4	544	1020	10	8,5	2 1/2	400	73	88	16	58	2	18	2	14	1	9	1	10
695	150	280	4	544	1020	10	8,5	2 1/2	400	74	89	16	58	2	18	2	14	1	9	1	10
650	150	306	4	590	1110	10	12,2	3 1/2	600	97	120	25	86	2 1/2	30	2	17	2	15	1 1/2	16
660	150	306	4	590	1110	10	12,5	3 1/2	600	97	122	25	86	2 1/2	30	2	17	2	15	1 1/2	16
680	150	306	4	590	1110	10	12,5	3 1/2	600	97	122	25	86	2 1/2	30	2	17	2	15	1 1/2	16
1435	185	330	4	680	1250	10	12,5	4	750	128	157	25	90	2 1/2	33	2	19	2	17	1 1/2	16
785	205	330	4	660	1275	10	17,0	4	900	137	168	36	108	3	47	2	25	2	22	1 1/2	25
900	205	330	4	680	1275	10	17,0	5	900	143	180	36	115	3	50	2	26	2	22	1 1/2	25
1000	200	330	4	680	1275	10	17,0	5	1000	156	196	36	115	3	50	2	26	2	22	1 1/2	25
1435	205	360	4	680	1275	10	17,0	5	900	164	198	36	120	3	54	2	29	2	24	1 1/2	25
650	220	330	4	680	1150	8	23,8	5	800	157	198	45	190	3	81	2	44	2	38	1 1/2	45
785	250	330	4	680	1440	10	25,6	6	1000	178	221	45	200	3	88	2	48	2	40	1 1/2	45
790	250	330	4	680	1440	9	25,6	6	1000	179	222	45	200	3	88	2	48	2	40	1 1/2	45
1000	250	330	4	680	1440	10	25,6	6	1000	181	224	45	200	3	88	2	48	2	40	1 1/2	45
1435	220	330	4	680	1500	10	25,6	6	1000	192	234	45	210	3	93	2	50	2	42	1 1/2	45
1435	250	330	4	820	1500	10	25,6	6	1000	200	243	45	210	3	93	2	50	2	42	1 1/2	45
1435	250	330	4	820	1700	10	25,6	6	1200	200	250	45	220	3	95	2	54	2	45	1 1/2	45
790	250	330	8	680	2890	9	34,4	6	1100	220	268	60	240	3	100	2	58	2	48	1 1/2	50
785	280	340	6	680	2000	8	32,5	6	1500	190	242	50	220	3	95	2	54	2 1/2	45	2	65
785	300	340	6	690	2100	11	33,5	10	2400	235	316	50	230	4	96	3	60	2 1/2	50	2	65
790	280	340	6	720	2000	9	33,5	6	1000	193	241	50	220	4	96	3	60	2 1/2	50	2	65
1435	250	380	4	820	1800	10	33,5	7	1200	240	300	50	250	4	100	3	70	2 1/2	51	2	65
1000	280	360	6	720	2000	9	36,5	6	1050	209	263	60	230	4	96	3	60	2 1/2	52	2	85
1000	300	360	6	750	2000	10	42,5	7	1250	221	286	60	280	4	110	3	78	2 1/2	58	2	85
1435	280	410	4	850	2000	10	44,5	8	1400	280	350	60	330	4	120	3	90	2 1/2	60	2	85
1435	280	540	4	1230	2100	9	49,0	8	1550	326	375	75	340	5	125	4	96	3	64	2 1/2	120
1435	280	460	4	940	2100	10	50,0	8	2100	315	394	75	335	5	120	4	96	3	64	2 1/2	120
1435	280	534	4	1110	2100	10	55,0	12	2200	420	491	75	385	5	135	4	100	3	85	2 1/2	150
1435	279	533	4	1101	2100	10	55,0	12	1550	441	528	75	395	5	140	4	100	3	85	2 1/2	150
1435	432	610	6	1290	3767	10	92,0	20	4000	742	880	75	600	8	140	6	90	5	80	4	250

Die durch Klammern verbundenen Zeilen beziehen sich auf Lokomotiven von übereinstimmendem Typus.

---

so zu normieren, daſs man, je nach den zu überwindenden Terrainschwierigkeiten, mit einer Teilung des angebrachten Zuges in zwei, drei oder mehr Teile, passende Zugstärken bekommt.

In dem folgenden Kapitel II, unter „Bestimmung der Maximalsteigungen und der zweckmäſsigsten Länge derselben“ sind die nötigen Anhaltspunkte zur Berechnung der Steigungen im Gebirge im Verhältnisse zu denen der angrenzenden Flachlandsstrecke gegeben.



Es ist zu empfehlen, die Hauptreparaturwerkstätte an der Stelle der Bahn anzulegen, an welcher diese Teilung der Züge vorzunehmen ist, da hier sämtliche Lokomotiven der Bahn zusammentreffen, also am leichtesten revidiert, resp. repariert werden können.

Ist eine Trennung der Züge auf einer Bahn nicht nötig, so verlegt man gern die Hauptreparaturwerkstätte in die Mitte der Bahn, weil dann defekt werdende Fahrzeuge im Durchschnitt die kürzesten Wege zu ihrer Erreichung zu durchlaufen haben.

Über die Ausdehnung der den Werkstätten zu gebenden Anlagen, sowie über die Einrichtung von Nebenwerkstätten ist im Kapitel XIV des ersten Bandes des Handbuches für specielle Eisenbahntechnik von Heusinger v. Waldegg das Nötige gesagt. Es mag hier nur die Vereinsbestimmung angeführt werden, welche empfiehlt, die Gröfse sämtlicher bedeckter Arbeitsräume für einen Reparaturbestand von 25 % der Lokomotiven, 8 % der Personenwagen und 3 % der Güterwagen einzurichten. Aufserdem sollen noch 5 % der sämtlichen Wagen auf Gleisen innerhalb der Werkstätteneinfriedigung aufgestellt werden können.

Die Gröfse der anzulegenden Lokomotivschuppen richtet sich nach der Zahl der Lokomotiven, die in ihnen Platz finden müssen, und diese wieder nach dem aufgestellten Fahrplane, resp. nach der Lokomotivdisposition.

Zum Ersatze des von den Lokomotiven verbrauchten Wassers und der verbrannten Kohlen sind über die ganze Länge der Bahn hin Wasser- und Kohlenstationen anzulegen, deren Entfernungen sich nach dem Verbrauche der Lokomotiven und nach dem Fassungsraume des Tenders an Wasser und Kohlen richten.

Auch über die Entfernungen der Wasserstationen ist das nötige in Kapitel II angegeben, sie beträgt durchschnittlich für Flachlandsstrecken 25 km und in Gebirgsstrecken 15 km, wenn ein besonderer Tender vorhanden ist und, wenn dieser fehlt, 9—10 resp. 5—6 km in den genannten Strecken.

Von vielfach unterschätzter Wichtigkeit ist die Frage nach der Reinheit des vorhandenen Wassers. Unreines Wasser verteuert die Unterhaltungskosten des Lokomotivparks sehr erheblich und vergröfsert den Brennmaterialverbrauch der Maschinen. (Vergl. Kapitel II).

Wird der Fassungsraum des Tenders an Kohlen halb so grofs angenommen, wie der an Wasser und ist die Menge des verbrauchten Wassers achtmal gröfser als die der verbrannten Kohlen, so mufs stets die vierte Wasserstation mit einer Kohlenstation verbunden sein.

Die Entfernung der Stationen von einander darf selbstverständlich nicht gröfser werden, als die der Wasserstationen, sie richtet sich, soweit nicht andere Gründe für die Anlage von Stationen mafsgebend sind, nach der Stärke des Verkehrs, der Zahl der Gleise und nach der Geschwindigkeit der Züge. Allgemein gültige Regeln lassen sich nicht wohl angeben.

10. Art der Ausführung der einzelnen Bauobjekte.

Die Art und Weise der Bauausführung der einzelnen Bauobjekte, die Konstruktion und das zu verwendende Material für dieselben kommen bei der Wahl der Linie allerdings nur sehr wenig oder gar nicht in Frage, üben aber einen nicht unerheblichen Einflufs aus, einerseits auf die Dauer und Sicherheit der Bahnanlage, andererseits auf die Kosten derselben.

Für die Bauwerke auf der freien Strecke, wie Brücken, Viadukte u. s. w. sind wenigstens bei Hauptbahnen durch allgemeine Bestimmungen die Grenzen hierfür

schon enger gezogen, da für diese Holzkonstruktionen überall ausgeschlossen sind und hier demnach nur die Wahl zwischen Stein- und Eisenkonstruktion bleibt.

Im allgemeinen wird man dabei dahin streben, Steinkonstruktionen in Anwendung zu bringen, da diese wegen ihrer unfraglich gröfseren Dauerhaftigkeit vor jenen den Vorzug verdienen, doch ist das bei den Anforderungen, welche man heute bei Überschreitung von Flüssen, Strafsen u. s. w. an die Bahnen in betreff der Öffnungsweite u. s. w. stellt, nicht überall mehr durchführbar und wird im Programme im allgemeinen nur eine Grenze angegeben werden können, bis zu welcher man eventuell Opfer zu Gunsten der Steinkonstruktion bei einzelnen Bauwerken bringen soll.

Anders ist es bei sekundären Bahnen, wo Holzkonstruktionen für zulässig erachtet werden und ist es für diese zweckmäfsig, nach Abwägung der Vor- und Nachteile der verschiedenen Konstruktionen gegeneinander, namentlich der gröfseren Dauer aber verbunden mit gröfseren Kosten der Stein- und Eisenkonstruktionen, gegenüber der geringeren Dauer, aber auch geringeren Kosten der Holzkonstruktionen von Seiten des Bauherrn die Wahl für die eine oder andere von vornherein zu treffen und die Entscheidung in das Programm mit aufzunehmen.

Für die Hochbauten auf den Bahnhöfen bestehen in Bezug auf die Art und Weise ihrer Ausführung einschränkende Bestimmungen nicht, und ist es für diese ganz besonders am Platze, über die Bauausführung das Nähere festzusetzen, weil hier nur zu häufig in Bezug auf Dauerhaftigkeit und Solidität des Guten zu viel geschieht.

Nur selten lassen sich für eine neue Bahn alle die einschlagenden Verhältnisse so übersehen, dafs mit Sicherheit die erforderliche Anordnung und namentlich die Gröfse der Bahnhofsbauten von vornherein bestimmt werden können. Hier mufs erst die Erfahrung sprechen und das Erfordernis erkennen lassen. Es kommt bei diesen Gebäuden nicht so sehr auf ihre Dauerhaftigkeit, sondern in erster Linie auf ihre Zweckmäfsigkeit an. Letztere läfst häufig schon nach kurzer Zeit Änderungen der ersten Anlage wünschenswert erscheinen, und sind diese Änderungen um so leicher und billiger ausführbar, je mehr man diese Gebäude provisorisch hergestellt hat. Man darf sogar behaupten, dafs in den meisten Fällen derartige Änderungen schon früher nötig werden dürften, als selbst die provisorischsten ersten Anlagen baufällig werden, wenn nicht mit diesen von vornherein weit über das erste Bedürfnis hinausgegangen wird, was im allgemeinen nicht ökonomisch sein möchte.

Für die Baulichkeiten auf den Bahnhöfen dürfte es daher geraten erscheinen, sämtlich in der ersten Anlage nicht massiv, sondern in Fachwerk zu erbauen, jedenfalls sind allgemeine Bestimmungen hierüber in dem Programme vorzusehen.

§ 7. Studium vorhandener Karten und Eintragen verschiedener Linien in dieselben. Für die erste Projektierung einer Linie sucht man sich zunächst die besten vorhandenen Übersichtskarten der Gegend zu verschaffen: Karten im Mafsstabe von 1:50000 oder auch 1:100000 sind hierfür geeignet und ausreichend.

Der besseren Übersicht halber zieht man in diesen Karten alle, auch die kleinsten Wasserläufe blau aus, um dieselben hervortreten zu lassen, weil diese, wenn das Terrain nur einigermafsen coupiert ist, für die Lage der Linie entscheidend sind.

Durch aufmerksames Studium dieser Karten, welches sich vornehmlich auf die Lage der Städte, Ortschaften und industriellen Etablissements, der Wasserläufe und Wasserscheiden, der Kanäle, der Wege und etwa vorhandenen Eisenbahnen zu erstrecken hat, gewinnt man in der Regel genügenden Anhalt, um eine oder mehrere mögliche Linien in die Karte eintragen zu können, womit die erste Basis für die Tracierung einer Bahnlinie gewonnen ist.

§ 8. Bereisung der nach den Karten aufgesuchten Linien und Studium der örtlichen Verhältnisse. Es wird nun vor allem eine Bereisung der nach den Karten aufgesuchten Linien notwendig, einerseits, um sich an Ort und Stelle durch den Augenschein von der Vollständigkeit und Genauigkeit der Karten und der Ausführbarkeit der Linie Überzeugung zu verschaffen, andererseits die für die weitere Bearbeitung des Projekts nötigen Daten über alle Verhältnisse, welche auf den Bau und Betrieb der Bahn Einflufs haben könnten, zu sammeln.

1. Linie in ebenem Terrain.

In ebenem Terrain ist es leicht, durch Begehung der in die Karte eingetragenen Linie ein Urteil über deren Zweckmäfsigkeit und Ausführbarkeit sich zu bilden, da Bedenken gegen dieselbe hauptsächlich aus der Situation entspringen.

Man hat dabei zu achten auf eine zweckmäfsige Lage der Bahnhöfe und eine gute Zugänglichkeit derselben; auf eine rechtwinkelige Überschreitung von gröfseren Flüssen an den Stellen eines günstigen Profils; möglichste Abkürzung der in Inundationsgebieten zu erbauenden Strecke. Sodann vermeidet man häufige Wege- und Strafsenkreuzungen. Moore und Seen sucht man an der seichtesten und schmalsten Stelle zu überschreiten. Ebenso wird man nach Möglichkeit Gebäude unberührt lassen, wobei die gesetzlichen Bestimmungen zu berücksichtigen sind, welche z. B. in Preufsen für die mit Stroh- und Schindeldächern gedeckten Gebäude, sowie für Scheunen eine Entfernung von mindestens 38 m von der nächsten Schiene vorschreiben. Diese Entfernung mufs, im Falle die Eisenbahn auf einem Damme liegt, noch um das $1^1/_2$fache der Höhe des Dammes über dem Terrain vergröfsert werden. Man suche ferner Durchschneidung grofser Acker- und Wiesenkomplexe und ganz unbedingt Berührung von Kirchhöfen und Kirchen zu vermeiden, da die Erwerbung derselben mit solchen Weitläufigkeiten und Schwierigkeiten verbunden ist, dafs grofse Kosten für deren Umgehung aufgewandt werden dürfen.

Die Begehung der Strecke läfst leicht erkennen, wie weit diesen Forderungen bei der ersten Linie Rechnung getragen ist, — ob und wie durch Änderung der Linie denselben entsprochen werden kann.

In der Regel wird man in der Lage sein, in ebenem Terrain gleich bei der ersten Bereisung das ganze zur Bearbeitung eines generellen Bahnprojektes erforderliche Material sammeln zu können. Man vervollständigt die vorhandenen Karten durch Nachtragen etwa fehlender Häuser, Fabriken, Wege und Wasserläufe, deren Lage man durch Einschreiten auf Grenzen u. s. w. festlegt und berichtigt nach dem örtlichen Befunde die Linie nach Mafsgabe des oben Gesagten. Zur Anfertigung eines generellen Längenprofils genügt ein einfaches Geschwindnivellement, was man, um Beschädigungen von Privateigentum zu vermeiden, meistens auf Wegen entlang ausführt und bei dem man wichtigere Punkte in der Linie selbst durch Nivellieren den Grenzen entlang anbindet. Bei einem solchen Nivellement kommt es fast nur auf die Höhenlage der gekreuzten Wege und Wasserläufe an, und ist das angegebene einfachste Verfahren, wie gesagt, ausreichend.

Man mifst ferner noch die Breiten der Strafsen, Wege und Wasserläufe und sucht für letztere den höchsten Wasserstand genau zu ermitteln, da dieser in den meisten Fällen für die Höhenlage des Bahnplanums bestimmend ist. Sammelt man dann noch die Daten, welche nach den in § 12 und 15 gegebenen Anhaltspunkten zur Bestimmung

der Durchflufsweiten und der Anordnung der Brücken und Durchlässe für die durchschnittenen Wasserläufe erforderlich sind, so ist das Material zur Bearbeitung des generellen Projektes für eine Bahnlinie in der Ebene gewonnen.

2. Linie in coupiertem Terrain.

Ungleich schwieriger ist die Beurteilung einer durch die Karte bestimmten Bahnlinie in coupiertem Terrain, wo die Situation für die Lage der Linie von untergeordneter Bedeutung und die Höhen-Verhältnisse in den meisten Fällen von bestimmendem Einflufs sind. Aufser den Schwierigkeiten, welche hier in gleichem Mafse wie bei der Linie in der Ebene durch die Situation gegeben werden, kommen noch die aus den Höhenverhältnissen entspringenden hinzu und beeinträchtigen diese das Urteil über die zweckmäfsige Lage der Bahntrace um so mehr, als der Einflufs, welchen sie auf dieselbe ausüben, nur selten nach dem blofsen Augenschein mit einiger Sicherheit geschätzt werden kann. Hier ist man genötigt, schon bei der ersten Bereisung verschiedene Höhenmessungen vorzunehmen, um die in die Karte eingetragene Linie hinsichtlich ihrer Ausführbarkeit prüfen zu können. Für derartige Zwecke ist das Aneroid ein vorzügliches, ja beinahe unentbehrliches Instrument. Es liefert dasselbe bei richtigem Gebrauche für diesen Zweck ausreichend sichere Resultate und gestattet mit geringem Aufwande an Mühe und Zeit die Höhenbestimmung einer grofsen Anzahl von Terrainpunkten.

Die gefundenen Höhen trägt man in die Übersichtskarten ein und ist dadurch in der Lage, mehrere generelle Längenprofile konstruieren zu können; zum Auftragen derselben ist quadriertes, in Millimeter geteiltes Papier zu empfehlen.

Nach diesen generellen Längenprofilen läfst sich dann schon beurteilen, welche von den fraglichen Linien einer weiteren Bearbeitung wert oder wegen zu ungünstiger Steigungsverhältnisse, zu grofser Erdarbeiten oder Kunstbauten aufgegeben werden kann.

Man macht dabei leicht die Erfahrung, wie schwer es ist, Höhen- und Steigungsverhältnisse nach dem blofsen Auge auch nur einigermafsen sicher zu schätzen. Linien, welche ganz bauwürdig aussehen, stellen sich oft nach den Höhenmessungen als durchaus unzweckmäfsig heraus und umgekehrt. Namentlich wird das Auge leicht in kurzen Thälern getäuscht und hört die Schätzung bei Überschreitung von Wasserscheiden ganz und gar auf. Man darf wohl behaupten, dafs ein weniger geübter Techniker mit Hülfe des Aneroids eine Bahnlinie in coupiertem Terrain sicherer beurteilen kann, als der erfahrenste Ingenieur, wenn sich derselbe lediglich auf seinen geübten Blick verläfst.

Selbstverständlich kann man sich dabei auch der Nivellierinstrumente bedienen, doch sind derartige Nivellements sehr umständlich und zeitraubend, und verdient für diesen Zweck das Aneroid unbedingt den Vorzug.

§ 9. Anfertigung von Horizontalkurvenplänen. Wenn nach den Ergebnissen der Bereisung in coupiertem Terrain die Richtung für eine oder mehrere mögliche Linien in gröfseren Zügen bestimmt ist, so hat die eigentliche generelle Bearbeitung dieser Linien zu beginnen.

Diese besteht zunächst in der Anfertigung von Horizontalkurven- oder Schichtenplänen. Die Ausdehnung derselben richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen, nach deren Befund bei der Bereisung der Gegend die Grenzen für die verschiedenen Strecken im allgemeinen festgestellt werden müssen.

In engen Thälern kann sie unter Umständen auf sehr geringe Dimensionen beschränkt werden, während sie in flachen Thälern, mehr noch in unregelmäfsig gebildetem

Terrain und da, wo Wasserscheiden zu überschreiten sind, oft sehr weit gegriffen werden müssen, um alle Varianten einer Linie im Plane konstruieren zu können.

Eine besonders grofse Genauigkeit ist für diese Schichtenpläne nicht erforderlich, da dieselben nur das Material liefern sollen, nach welchem die Bahnlinie in engeren Grenzen festgelegt und namentlich die Wahl unter verschiedenen möglichen Linien und Varianten entschieden werden kann, während die Ermittelung der genauen Lage derselben der speciellen Bearbeitung vorbehalten bleiben mufs, welche erst innerhalb der so gewonnenen engen Grenzen vorgenommen wird.

Es genügt für diese Pläne ein Mafsstab von 1:10000 und ist damit wohl die erforderliche Genauigkeit am besten gekennzeichnet.

Die Herstellung der Horizontalkurvenpläne ist auf zwei ganz verschiedenen Wegen zu erreichen, welche hier nacheinander behandelt werden sollen.

1. Aufnahme des Terrains auf geometrischem Wege, mit Hülfe von Mefslatte, Nivellierinstrument und Aneroid. Zeichnen der Pläne.

Aufnahme der Situation.

Wohl nur in wenigen Fällen wird für den vorliegenden Zweck eine besondere Aufnahme der Situation einer Gegend erforderlich sein, da fast überall in kultivierten Ländern Forst- und Feldmarkskarten existieren, welche für die Anfertigung der Schichtenpläne benutzt werden können.

In Preufsen, Württemberg und Österreich sind solche Karten (Katasterpläne) im Mafsstabe von 1:2500, in Baden im Mafsstabe von 1:2000 und in Bayern in einem solchen von 1:5000 für eine jede Gemeinde vorhanden und können entweder in Abdrücken von den betreffenden Behörden direkt bezogen werden, oder es wird gestattet, Kopien von denselben anzufertigen.

Nur wo solche Karten fehlen, ist eine Aufnahme der Situation erforderlich.

Diese beschränkt sich aufser den für die Höhenbestimmungen nötigen Terrainpunkten auf die vorhandenen Wege, Wasserläufe, Gebäude u. s. w. und bleiben die Eigentumsgrenzen dabei unberücksichtigt.

Es empfiehlt sich, zu diesem Zwecke im Felde möglichst lange gerade Linien auszustecken. Diese werden mit Hülfe der Kette, des Mefsbandes, der Mefslatten, der bayerischen Drehlatte[6]), unter Umständen auch zweckmäfsig mit dem Mefsrad von Rud. Wittmann[7]) gemessen und nach Stationen von 100 m Länge event. mit halben Zwischenstationen eingeteilt, welche durch kleine, mit Nummern zu versehende Pfähle markiert werden.

Die Winkel, welche diese Linien bilden, werden mit Winkelmefsinstrumenten oder auch durch Messung der Schenkel bestimmt.

Diese sogenannte Polygonlinie dient der Terrainaufnahme als Basis.

Man steckt rechtwinklig auf dieselbe mit Hülfe eines Winkelkopfes nach beiden Seiten hin gerade Linien in einer der Ausdehnung der Aufnahme entsprechenden Länge aus, und mifst in diesen von der Basis aus die für die Höhe und Situation des Terrains mafsgebenden Punkte ein, diese markiert man mit kleinen Pfählen, welche mit den Stationsnummern der Standlinie und der Entfernung von derselben bezeichnet werden, und notiert sie in dem Feldmanuale, in welchem man die Situation derselben skizziert.

---

[6]) Bauernfeind. Elemente der Vermessungskunde.

[7]) Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1875, S. 44—48.



Die Entfernung dieser Ordinatenlinien von einander hängt von der Situation und Terrainformation ab. In gleichmäfsig gebildetem Terrain, an flachen Lehnen kann sie mehrere Stationslängen betragen, während in stark wechselndem Terrain die Ordinaten näher aneinander gelegt werden müssen, und zwar so nahe, dafs gröfsere Terrainwechsel nicht zwischen zwei Ordinaten fallen. Dabei müssen in stark coupiertem Terrain die Höhenverhältnisse immer mafsgebend sein, und wird man unter Umständen, wo die letzteren eine gröfsere Entfernung der Ordinaten zulassen, gut thun, für die Aufnahme von Wegen, Wasserläufe u. s. w. zwischen denselben Hülfslinien zu benutzen, welche in der allgemeinen Richtung der Wege u. s. w. auszustecken und durch die Schnittpunkte mit den Ordinaten festzulegen sind.

Aufnahme der Terrainhöhen.

a. Mit Hülfe des Nivellierinstruments. Die Art der Aufnahme der Terrainhöhen mit Hülfe des Nivellierinstruments für generelle Vorarbeiten war allerdings bis jetzt in Deutschland die gebräuchlichste, wir müssen dieselbe im allgemeinen aber nichtsdestoweniger als unzweckmäfsig bezeichnen, da sie für den Zweck der generellen Vorarbeiten unverhältnismäfsig viel Zeit erfordert und dementsprechende Kosten verursacht. Nur da, wo durch örtliche Umstände die mögliche Lage der Bahnlinie von vornherein in enge Grenzen eingeschlossen ist, wo also die Ausdehnung der anzufertigenden Schichtenpläne eine geringe, wird der Gebrauch des Nivellierinstrumentes gerechtfertigt erscheinen, da für kleinere Aufnahmen der Zeitaufwand überall nicht bedeutend ist.

Wir wollen es daher unterlassen, hier näher auf die Aufnahmen mit dem Nivellierinstrument einzugehen und werden erst in einem späteren Abschnitte der vorliegenden Abhandlung einige Angaben für die praktische Handhabung des Nivellierinstrumentes geben. Wir bemerken nur, dafs da, wo Feldmarkskarten bereits vorhanden sind, das Nivellieren der Wege und einiger, nach der Situation zu wählenden Eigentumsgrenzen meistens ausreicht, wobei die Entfernungen der einzelnen Punkte durch Einschreiten genügend genau bestimmt werden.

b. Aufnahme der Terrainhöhen mit Hülfe des Aneroids. Diese Messungen mit Aneroidbarometern sind in Österreich seit geraumer Zeit, länger noch in England, für derartige Arbeiten gebräuchlich. Heyder empfiehlt dieselben in seiner „systematischen Anleitung zum Tracieren von Eisenbahnen“ schon im Jahre 1860, während man in Deutschland bis jetzt wenig Aneroidaufnahmen ausführt und sogar noch häufig, besonders bei Praktikern, ungünstige Urteile über die Leistungsfähigkeit dieser Instrumente hört.

So sprachen sich auf der am 14. September 1874 in Düsseldorf abgehaltenen Versammlung der Techniker deutscher Eisenbahnverwaltungen bei Beantwortung der Frage: „Welche Erfahrungen liegen bei generellen Eisenbahnvorarbeiten über das Höhenmessen mittels Aneroidbarometer vor?“ nur 9, gröfstenteils österreichische Verwaltungen über die erzielten Resultate günstig, dagegen 4, meistens deutsche, ungünstig aus.

Das Vorurteil gegen Barometermessungen hat seinen Grund wohl hauptsächlich in den übertriebenen Ansprüchen an die Genauigkeit der Aufnahmen. Häufig mögen auch bedeutende Fehler, welche durch unrichtige Handhabung der Instrumente entstanden sind, diesen selbst zur Last gelegt sein. Es dürfte daher hier wohl angezeigt sein, näher auf die Messungen mit Barometern einzugehen und sollen im Folgenden die Konstruktion der Aneroide, das Prinzip der barometrischen Höhenmessungen und die Ausführung der Feldarbeiten mit denselben, sowie die Berechnung der barometrisch gemessenen Höhen näher behandelt werden.

Das Barometer wurde im Prinzip 1643 durch Toricelli erfunden und die Höhenabnahme der Quecksilbersäule auf hochgelegenen Bergen zuerst 1648 durch Pascal nachgewiesen. Schon dieser kam auf den Gedanken, dafs es mit Hülfe des Barometers möglich werden müsse, Höhendifferenzen zu bestimmen, aber erst durch das 1676 von Boyle, Townley und Mariotte gefundene und nach letzterem benannte Gesetz, dafs die Gewichte gleicher Volumina Luft dem auf sie wirkenden Drucke direkt proportional sind, kam man der Berechnung von Höhenunterschieden mittels vorgenommener barometrischer Messungen näher. Gegen Ende des vorigen Jahrhunderts wurde dann von Laplace eine bis jetzt nicht übertroffene Formel für diese Berechnung aufgestellt, nachdem vor ihm viele Gelehrte die Theorie der Barometermessungen studiert und gefördert hatten.[8])

Konstruktion der Aneroide. So lange nur Quecksilber-Barometer bekannt waren, konnten dieselben wohl zur Bestimmung einzelner Höhenpunkte verwandt werden, blieben aber ihrer leichten Zerbrechlichkeit halber zum Gebrauche im Felde ungeeignet. Erst durch Erfindung der Feder-Barometer oder Aneroide wurde diesen Instrumenten ein weites Gebiet der Anwendung eröffnet. Das erste, 1847 von Vidi angefertigte Aneroid bestand, wie noch jetzt die meisten, aus einer möglichst luftleer gepumpten Büchse, welche oben und unten mit einem wellenförmig gebogenen Blech geschlossen war. Dieses Blech folgt jeder Druckänderung sehr leicht und werden die kleinen Bewegungen desselben mit einer starken, etwa 300maligen Übersetzung durch einen Zeiger auf einer kreisförmigen Teilung sichtbar gemacht.

Naudet brachte Verbesserungen am inneren Mechanismus an und sind die so konstruierten Instrumente zur Zeit vielfach in Anwendung und von fast allen besseren Mechanikern zum Preise von 90 bis 100 M. zu beziehen. In neuester Zeit hat der Fabrikant Bohne in Berlin diese Naudet'schen Aneroide noch wesentlich vervollkommnet, indem er sie durch eine sehr sinnreiche Konstruktion gegen die Einwirkung der Temperatur fast vollständig unempfindlich machte.[9]) Bourdon konstruierte Aneroide mit kreisförmig gebogener luftleerer Röhre, welche trotz der gröfseren Einfachheit und der gröfseren Empfindlichkeit für Höhenmessungen nicht in Aufnahme gekommen sind. Goldschmidt in Zürich fand 1857 einen neuen Übersetzungs-Mechanismus für das Vidi'sche Aneroid, welcher durch die dadurch erzielte Einfachheit der Konstruktion das Instrument (Preis 120 M.) für gröfsere Reisen, wo dasselbe Beschädigungen leichter ausgesetzt ist, besonders geeignet macht. Erschwert wird der Gebrauch dieses Aneroids dadurch, dafs jede Ablesung unter Zuhülfenahme einer sehr fein geteilten Mikrometerschraube bewirkt werden mufs. In neuerer Zeit hat Goldschmidt selbstregistrierende Aneroide angefertigt, welcher Erfindung ein grofser Wert beizumessen ist. Noch eine andere Konstruktion mit direkter mikroskopischer Ablesung und verhältnismäfsig grofser Empfindlichkeit ist vom Ingenieur J. H. Reitz ersonnen. Diese Instrumente werden vom Mechaniker Deutschbein in Hamburg[10]) zum Preise von 120 M. angefertigt.

Von allen Aneroiden haben die Vidi-Naudet'schen für die hier in Betracht kommenden Zwecke die gröfste Verbreitung gefunden. Der Grund hierfür ist in der Bequemlichkeit, mit welcher das von jedem Laien in kurzer Zeit zu erlernende Ablesen bewirkt wird und in der hinreichenden Genauigkeit zu suchen.

Das Prinzip der barometrischen Höhenmessungen beruht auf dem bekannten, oben schon angeführten, Mariotte'schen Gesetze, nach welchem Laplace unter Berücksichtigung des specifischen Gewichtes der Luft und praktischer Versuche eine Formel

---

[8]) Ausführliches über die Geschichte der barometrischen Höhenmessungen giebt Dr. Richard Rühlmann: „Die barometrischen Höhenmessungen und ihre Bedeutung für die Physik der Atmosphäre."

[9]) Löwenherz. Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente der Berliner Gewerbe-Ausstellung 1879.

[10]) Zeitschr. für Vermessungswesen, 1873, S. 363 ff.



aufstellte, mit deren Hülfe man aus dem an zwei der Höhe nach verschiedenen Punkten gleichzeitig gemessenen Luftdrucke und der mittleren Temperatur der zwischen ihnen liegenden Luftschicht den Höhenunterschied bestimmen kann.[11])

Die Laplace'sche Formel lautet:

$$h = K \log \frac{B_0}{B'_0}\left(1 + \frac{t+t'}{2}\alpha\right),$$

---

[11]) Jahrbuch des Schweizer Alpenklubs vom Jahre 1877/78:

„Der Stand des Quecksilberbarometers wird bedingt durch das Gewicht der Luftsäule, welche der Quecksilbersäule das Gleichgewicht hält. Vermehrt oder vermindert sich das Gewicht der ersteren, so nimmt auch die Länge der Quecksilbersäule entsprechend zu oder ab. Das Liter trockener atmosphärischer Luft wiegt bei 760 mm Druck und Null Grad Temperatur 1,2930 g und ein Liter reines Quecksilber 13595,9 g. Unter den angegebenen Verhältnissen ist also Luft 10539 mal leichter als Quecksilber und eine Luftsäule müßte bei der gegebenen Dichtigkeit um ebensoviel mal länger sein, als eine Quecksilbersäule, wenn sie dieser das Gleichgewicht halten sollte. Liest man an zwei Punkten von verschiedener Höhe den Barometerstand ab, und ist die Quecksilbersäule an dem einen Punkte 760 mm, an dem anderen 759 mm lang, so muß die zwischen diesen beiden Stationen gelegene vertikale Luftsäule einer Quecksilbersäule von 1 mm Länge das Gleichgewicht halten, der Höhenunterschied beider Punkte daher 10,5 m sein. Je höher man in die Atmosphäre emporsteigt, desto dünner und leichter wird die Luft, da Schwere und Druck der Atmosphäre mehr und mehr abnehmen; soll hier ebenfalls eine Luftsäule einer Quecksilbersäule von 1 mm das Gleichgewicht halten, so muß sie entsprechend länger sein und zwar in demselben Maße, in welchem Druck und Gewicht der Luft abgenommen haben. Der Druck der Luft wird aber durch den Barometerstand selbst gemessen; bezeichnet man daher die an der unteren und oberen Station erhaltenen und auf 0° Temperatur reduzierten Ablesungen mit B_0 und B'_0, so ist der mittlere Druck $\frac{B_0 + B'_0}{2}$, die Länge der Quecksilbersäule $= B_0 - B'_0$ und die Länge der zwischen beiden Punkten gelegenen Luftsäule oder der Höhenunterschied

$$h = 10539 \times \frac{760}{{}^1/_2\,(B_0 + B'_0)} \times (B_0 - B'_0)\ \text{mm} \quad \text{oder} \quad h = 16019 \times \frac{B_0 - B'_0}{B_0 + B'_0}\ \text{m}.$$

Je wärmer die Luft ist, desto mehr dehnt sie sich aus und desto leichter wird sie. Eine ganz trockene Luftsäule, welche bei Null Grad 1 kg wiegt, muß bei 273° doppelt so lang sein, wenn sie dasselbe Gewicht haben soll, da sie sich für jeden Grad um $\frac{1}{273} = 0{,}00367$ ausdehnt. Das oben angegebene Gewicht von 1 l Luft gilt für 0°, ist die Luft wärmer, so wird die Säule entsprechend länger, also h um ebensoviel größer, sodaß für die Temperatur T

$$h = 16019 \times \frac{B_0 - B'_0}{B_0 + B'_0}(1 + 0{,}00367\,T)$$

wird. Setzt man noch für T, d. h. die mittlere Temperatur der Luft das Mittel der Thermometerangaben t und t' an der oberen und unteren Station so wird:

$$h = 16019\,\frac{B_0 - B'_0}{B_0 + B'_0}\cdot\left(1 + 0{,}00367\,\frac{t+t'}{2}\right),$$

dabei ist die Voraussetzung gemacht, daß der Druck der Luft in der Mitte zwischen zwei Punkten, an denen die Barometerstände B_0 und B'_0 beobachtet wurden, gleich $\frac{B_0 + B'_0}{2}$ sei, daß also der Druck proportional der Höhe abnehme. Diese Annahme ist indes nur für kleinere Höhenunterschiede zulässig, bei größeren entwickelt sich der Wert für h folgendermaßen: Bezeichnet man $B_0 - B'_0$ mit dB und $\frac{B_0 + B'_0}{2}$ mit B, so wird

$$\int_{B_0}^{B'_0} \frac{dB}{B} = \log nat\,\frac{B_0}{B'_0} = 2{,}3026 \log \frac{B_0}{B'_0} \quad \text{und}$$

$$h = 18382 \log \frac{B_0}{B'_0}\left(1 + 0{,}00367\,\frac{t+t'}{2}\right).“$$

Außer dem Luftdrucke und der Temperatur hat der Feuchtigkeitsgrad der Luft, (für welchen Gauſs bei der Bestimmung des Ausdehnungskoeffizienten der Luft den mittleren Wert 18382 einführt) die Änderung der Schwerkraft je nach der Entfernung des Beobachtungspunktes vom Mittelpunkte der Erde und vom Äquator Einfluß auf die Höhenbestimmung; doch sind diese Einflüsse so gering, daß man sie für die bei Eisenbahn-Vorarbeiten in Frage kommenden Zwecke vernachlässigen kann. Die von Bauernfeind unter Berücksichtigung aller dieser Einflüsse abgeänderte Laplace'sche Formel findet man in: „Bauernfeind. Beobachtungen über die Genauigkeit barometrischer Höhenmessungen. München 1862, S. 32“ und „Bauernfeind's Elemente der Vermessungskunde. 5. Aufl., S. 335“. Eine Vereinfachung der Formel giebt Jordan in seinem: „Taschenbuch der praktischen Geometrie. Stuttgart 1873, S. 191 ff.“

worin:

h den Höhenunterschied zweier Punkte in Metern,

K eine Konstante, welche von Gaufs für Metermafs auf 18382 bestimmt wurde,

$\left.\begin{matrix} B_0 \\ B'_0 \end{matrix}\right\}$ den auf 0° C. reduzierten Quecksilber-Barometerstand des $\frac{\text{untern}}{\text{obern}}$ Punktes und

$\left.\begin{matrix} t \\ t' \end{matrix}\right\}$ die wahre Lufttemperatur in Graden Celsius am $\frac{\text{untern}}{\text{obern}}$ Punkte, und α den Ausdehnungskoeffizienten der Luft, von Laplace bei mittlerem Feuchtigkeitsgehalte zu $^1/_{250}$ [12]) bestimmt, bezeichnet.

Demnach wird unter Einführung dieser Werte:

$$h = 18382 \log \frac{B_0}{B'_0} \left(1 + \frac{t + t'}{500}\right),$$

oder, da für die hier in Frage kommenden Messungen $t = t' = T$ genau genug gesetzt werden kann:

$$h = 18382 \log \frac{B_0}{B'_0} \left(1 + \frac{T}{250}\right).$$

Beobachtet man beispielsweise an zwei verschiedenen Punkten den Stand des Aneroids, sowie an dem im Innern desselben angebrachten Thermometer die innere Temperatur des Instrumentes selbst, und an einem zweiten äufsern Thermometer die Temperatur der äufsern Luft, so ist man schon durch diese Ablesungen im stande, mit Hülfe der Laplace'schen Formel den Höhenunterschied der beiden Punkte zu berechnen, wenn die Beobachtungen nicht zu entfernt von einander der Zeit und dem Orte nach vorgenommen wurden, und man danach eine gleiche allgemeine Beschaffenheit der Luft für beide Beobachtungen voraussetzen darf. Eine direkte Vergleichung der ermittelten Barometerstände ist dabei nur zulässig, wenn die betreffenden Ablesungen von dem Aneroide bei 0° Temperatur im Innern desselben vorgenommen sind. Da dieses in der Regel nicht der Fall ist, so reduziert man die Barometerstände auf gleiche innere Temperatur von 0°, d. h. man ermittelt, wie später noch näher ausgeführt werden wird, durch Rechnung diejenigen Barometerstände, welche man abgelesen haben würde, wenn bei der Beobachtung die innere Temperatur 0° betragen hätte.

Ausführung der Feldarbeiten mit Aneroiden.

Berücksichtigung der Schwankungen des Luftdruckes durch Beobachtung der Standbarometer. Bei der Anwendung der Aneroide zu Eisenbahn-Vorarbeiten können die Beobachtungen an den verschiedenen Punkten nur nacheinander zu verschiedenen Zeiten vorgenommen werden. Für diese reichen derartige einfache Beobachtungen an den einzelnen festzulegenden Punkten nicht aus, weil der allgemeine Luftdruck bekanntlich nicht konstant bleibt und sich in kurzer Zeit häufig schon wesentlich ändert. Um genauere Resultate zu erzielen, mufs man daher an einem besonders schattigen und möglichst windstillen Orte in nicht zu grofser Entfernung von den mit den Feldbarometern aufzunehmenden Höhenpunkten an einem zweiten Instrumente, dem sog. Standbarometer, Ablesungen in kurzen Zeitintervallen vornehmen, diese beobachteten Änderungen nebst der Beobachtungszeit registrieren und bei der Berechnung der Höhenkote nach den Aufnahmen mit den Feldbarometern, der jedesmaligen Beobachtungszeit entsprechend, berücksichtigen, wie es später in einem Beispiele an der Hand von Tabellen durchgeführt werden wird. Die genauen Höhendifferenzen zwischen diesem

[12]) Bei vollständig reiner atmosphärischer Luft ohne irgend welche Beimischung von Wasserdämpfen würde dieser Koeffizient $^1/_{273}$ betragen, welcher Fall in der Praxis aber nicht vorkommt.



konstanten Beobachtungspunkte und den von den Feldbarometern aufgenommenen Punkten braucht dabei nicht bekannt zu sein, da es sich nur um die Änderung des Luftdruckes und die durch diese nötig werdende Korrektion handelt, das ganze Luftmeer aber sich in seinen verschiedenen Schichten bei den hier in Frage kommenden Entfernungen als gleichartig sich ändernd angenommen werden darf, so dafs aus den Änderungsbeobachtungen am Standbarometer auch auf die Luftdrucksänderungen an den Beobachtungspunkten im Felde geschlossen werden kann. Man nennt diese genauere Methode der Höhenbestimmung mittels der Aneroide „die Methode der Aufnahme mit korrespondierenden Beobachtungen".

Es braucht nach dem Vorhergehenden wohl kaum erwähnt zu werden, dafs die Beobachtung an einem Standbarometer für Messungen mit beliebig vielen Feldbarometern genügt.

Bei allen Aneroidmessungen kommt alles auf die richtige, bei den Aufnahmen vorzunehmende Bestimmung des Luftdruckes, der Temperatur im Innern des Instrumentes und der der äufsern Luft an und ist dabei das Folgende zu beachten.

Die Handhabung der Aneroide und Bestimmung der Temperatur im Innern derselben. Die Aneroide sind äufserst sorgfältig zu behandeln und besonders vor jedem Stofse zu bewahren. Sie müssen in ihrer gegen Temperatureinflüsse schützenden Hülle transportiert werden[13]), damit die innere Temperatur des Instrumentes möglichst konstant bleibt und richtig durch das innere Thermometer angezeigt wird. Trägt man, wie vielfach empfohlen wird, das Aneroid frei am Ringe, so ist es allen Temperatureinflüssen durch die strahlende Wärme des Erdbodens und nahe liegender Gegenstände ausgesetzt, welche nicht gleich schnell auf das Quecksilber des inneren Thermometers und die Metallteile des Instrumentes einwirken. Aus diesem Grunde empfiehlt es sich auch, die Instrumente nachts in einem Raume aufzubewahren, dessen Temperatur nicht erheblich von der Tagestemperatur abweicht. Beobachtet man diese Vorsichtsmafsregeln nicht, so wird man anstatt der wahren inneren Temperatur am Thermometer leicht eine falsche ablesen. Schon eine um 1° C. unrichtige innere Temperaturbestimmung bringt Fehler bis zu 2 m in die Höhenbestimmungen, weil der Temperaturkoeffizient, d. h. die Gröfse, um welche der Barometerstand für jeden Grad Temperaturdifferenz sich ändert, bei den meisten Aneroiden zwischen 0,10 und 0,20 mm Quecksilbersäule schwankt, was bei der Höhenbestimmung dem angegebenen Fehler entspricht.

Beim Ablesen ist das Aneroid genau horizontal zu halten, weil nur in dieser Lage die im Innern angebrachten Gegengewichte und Federn richtig wirken. Vor dem Ablesen mufs man leicht auf den Glasdeckel klopfen, um die Trägheit des Zeigers und des inneren Mechanismus zu überwinden.

Bei einiger Übung kann man wohl bis 0,05 mm an Instrumente oder rund 0,5 m der Höhe genau ablesen.

Aufser dem Barometerstande und der inneren Temperatur ist im Felde noch bei jedem Punkte die Beobachtungszeit zu notieren, um die am Standbarometer in der korrespondierenden Tageszeit beobachteten Luftdrucksänderungen bei der Höhenberechnung nach den Ablesungen am Feldaneroid berücksichtigen zu können.

Das Standbarometer ist in gleicher Weise wie das Feldbarometer zu behandeln. Die Ablesungen geschehen hier von einem Gehülfen von 10 zu 10 Minuten, bei etwa

---

[13]) Zeitschrift für Vermessungswesen. 1874, Heft 1. „Über einige barometrische Höhenmessungen und deren Berechnung von C. Koppe."



auftretenden stärkeren Luftschwankungen in noch kürzeren Zwischenzeiten. Auch hier ist neben der Zeit der Ablesung und dem Barometerstande die jedesmalige innere Temperatur zu notieren. Seit einigen Jahren wird bei Vorarbeiten, welche seitens der linksrheinischen Bahn unter der Leitung des Ingenieurs Gelbcke ausgeführt werden, der Gehülfe am Standbarometer sehr zweckmäfsig durch ein Goldschmidt'sches selbstregistrierendes Standbarometer ersetzt.[14]) Nach allem, was über diese Instrumente bekannt geworden, glauben wir aber behaupten zu dürfen, dafs diese selbstregistrierenden Barometer demnächst allen andern Barometern für die vorliegenden Zwecke vorzuziehen sein würden, wenn es gelingt, sie noch so zu verbessern, dafs sie als Feldbarometer gebraucht werden können, was bisher aus konstruktiven Gründen noch nicht ausführbar war. Diese Instrumente können durch Umhüllung mit wollenen Decken leicht gegen jeden Temperatur-Einflufs geschützt werden, so dafs die innere Temperatur derselben konstant bleibt, wodurch eine erhebliche Fehlerquelle beseitigt und die demnächstige Rechnung vereinfacht wird. Es liegt sogar der Gedanke gar nicht fern, dafs man mittels dieses Instruments direkt ein generelles Längenprofil zeichnen lassen kann, wenn man dasselbe mit gleichmäfsiger Geschwindigkeit über die zu messende Linie hinwegführt.

Bestimmung der Temperatur der äufseren Luft. Diese ermittelte man früher durch direkte Messung am Orte des Standbarometers und jedes Beobachtungspunktes und benutzte das Mittel aus Beiden für die weitere Berechnung. Bald stellte es sich jedoch heraus, dafs man um Mittag zu grofse, am Morgen und Abend zu kleine Höhenzahlen erhielt und glaubte dann, dafs man die Zeiten um 10 Uhr morgens und 4 Uhr nachmittags als die geeignetsten wählen solle; doch zeigten sich auch dabei noch unrichtige Resultate. Rühlmann hat in seinem oben genannten Werke nachgewiesen, dafs die direkt gemessenen Temperaturen überhaupt nicht immer die wahren Temperaturen der zwischen den Beobachtungspunkten liegenden Luftschicht angeben, weil bei der direkten Messung das Thermometer durch die strahlende Wärme des Erdbodens beeinflufst wird. Er hat aus den Barometer- und Thermometer-Beobachtungen, welche zu allen graden Stunden auf den Stationen Genf und St. Bernhard gemacht wurden, zuerst die wahre Temperatur der zwischen diesen Punkten gelegenen Luftschicht ermittelt, indem er dieselbe aus der bekannten Höhendifferenz und den gleichzeitig abgelesenen Barometerständen berechnete. Dabei hat sich das interessante Resultat ergeben, dafs die wahre Lufttemperatur nicht annähernd so grofsen täglichen Schwankungen unterworfen ist, wie die direkte Messung mit dem äufseren Störungen ausgesetzten Thermometer ergibt; so betrug die mittlere tägliche direkt gemessene Temperaturschwankung in Genf im August 9,5°, während die der wahren Temperatur nur 2,2° ausmachte.

Fehler in der Bestimmung der Temperatur der äufsern Luft können zu sehr unrichtigen Höhenbestimmungen führen; denn weil nach dem Mariotte-Gay-Lussac'schen Gesetze die Luft bei einer Temperaturerhöhung von 1° C. sich um etwa $^1/_{250}$ ihrer Höhe ausdehnt, so folgt, dafs die Differenz der in verschiedenen Höhen abgelesenen Barometerstände bei Änderung der Temperatur um 1° C. sich ebenfalls um $^1/_{250}$ ändert. Dadurch wird aber auch die aus diesen Barometerständen berechnete Höhendifferenz um $^1/_{250}$ geändert. Bei der direkten Messung der Lufttemperatur kann sehr wohl, wenn nicht die nötige Vorsicht gebraucht wird, ein Fehler von 10° C. (gegen die wahre Lufttemperatur) gemacht werden und würde dadurch bei einer Höhendifferenz von 250 m ein Fehler von 10 m entstehen.

---

14) „Über Aneroide und Aneroid-Aufnahme von Ingenieur H. Steinach in Köln." Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. in Hannover. Jahrg. 1881, Heft 1.

Rühlmann weist nun aus den Beobachtungen in Genf und am St. Bernhard nach, dafs die Zeiten, in welchen durch direkte Messung die wahre Lufttemperatur ermittelt werden kann, die folgenden sind:

im Januar	Mittags	1^h		
„ Februar	Vorm.	10^h	und Nachm.	4^h
„ März	„	8^h	„ „	6^h
„ April	„	$7^1/_2{}^h$	„ „	7^h
„ Mai	„	7^h	„ „	7^h
„ Juni	„	$6^1/_2{}^h$	„ „	$9^1/_2{}^h$
„ Juli	„	$6^1/_2{}^h$	„ „	$9^1/_2{}^h$
„ August	„	7^h	„ „	$7^1/_2{}^h$
„ September	„	8^h	„ „	6^h
„ Oktober	„	10^h	„ „	$3^1/_2{}^h$
„ November	„	$10^1/_2{}^h$	„ „	$2^1/_2{}^h$.

Im Dezember ist die Barometermessung womöglich ganz zu vermeiden, kann man jedoch nicht gut umhin, so ist die äufsere Temperatur Mittags 1^h zu messen. Bei diesen Zeitangaben ist noch zu berücksichtigen, dafs dieselben aus Monatsmitteln bestimmt, mithin nur für die Mitten der Monate genau passen. Aufser diesen Beobachtungen sind keine weiteren bekannt und wird man sich an die oben ermittelten Beobachtungsstunden für die äufsere Lufttemperatur auch an anderen Punkten der Erde in der Praxis so lange halten müssen, bis durch weitere Beobachtungen an anderen Orten etwa abweichende Beobachtungszeiten bestimmt sein werden.

Die von verschiedenen Seiten empfohlene Methode, zur Bestimmung der äufseren Lufttemperatur das Thermometer an einen Faden zu binden und etwa eine halbe Minute lang an einem schattigen Orte stark zu schwingen, dürfte besonders bei Aufnahme einzelner Punkte zweckmäfsig sein; der dabei meist stark gesunkene Thermometerstand zeigt die wahre Lufttemperatur an.

Bei Messungen für Eisenbahn-Vorarbeiten handelt es sich in der Regel nur um Höhendifferenzen von höchstens 200 m, weil wohl selten an einem und demselben Tage Punkte eingemessen werden, welche in der Höhe weiter vom Standbarometer entfernt sind. Man kann deshalb die Abnahme der Lufttemperatur nach der Höhe, welche nach Rühlmann auf 125 m, nach Jordan auf 200 m 1° C. beträgt, vernachlässigen. Die Messung der äufsern Lufttemperatur nimmt man also nur an einem Punkte vor und wählt dazu zweckmäfsig den Beobachtungspunkt für das Standbarometer. Kommen ausnahmsweise bedeutendere Höhendifferenzen in Frage, so ist für die Messung dieser am obern und untern Punkte in der angegebenen Weise die äufsere Temperatur zu messen und das Mittel der Resultate der weiteren Berechnung zu Grunde zu legen.

Für Aneroid-Messungen eignen sich am besten windstille Tage mit bedecktem Himmel, weil dann Lufttemperatur und Barometerstand am wenigsten schwanken; doch werden auch bei klarer Luft gemachte Messungen nach dem Vorstehenden brauchbar. Stürmische Tage mit sehr veränderlichem Barometerstande sind gänzlich zu vermeiden, weil man nicht sicher ist, dafs die Luftschwankungen an den Beobachtungspunkten und dem Standbarometer gleichzeitig auftreten.

Berechnung barometrisch gemessener Höhen.

a. Bestimmung der Korrektions-Koeffizienten zur Reduktion der Aneroid-Ablesungen auf den Stand des Quecksilberbarometers von 0° C. Hat man im Felde bei der Höhenmessung an verschiedenen Punkten Ablesungen an

dem Aneroid gemacht, welche mit A, A', A'', A''' etc. bezeichnet werden sollen, so kann man dieselben nicht direkt zur Höhenbestimmung benutzen, sondern man mufs, um die früher angeführte Laplace'sche Formel:

$$h = 18\,382 \; log \frac{B_0}{B'_0}\left(1 + \frac{T}{250}\right)$$

anwenden zu können, wie bereits bemerkt, zunächst die den Aneroid-Ablesungen entsprechenden Quecksilber-Barometerstände mit B_0, B'_0, B''_0, B'''_0 etc. ermitteln, welche an denselben Punkten beobachtet wären, wenn man anstatt am Aneroid an einem Quecksilber-Barometer bei 0° C. abgelesen hätte. Weil aus praktischen Gründen die Aneroide nicht vollkommen gleichzeigend mit einem guten Quecksilber-Barometer hergestellt werden können, so sind bei den Reduktionen der Ablesungen A, A' etc. auf die entsprechenden B_0, B'_0 etc. gewisse Korrektionen vorzunehmen. Man vergleicht zu diesem Zwecke jedes Aneroid vor dem Gebrauche mit einem guten Quecksilber-Barometer bei den Temperaturen und Höhen, welche voraussichtlich bei den vorzunehmenden Arbeiten vorkommen werden, und bestimmt daraus die für die Reduktionen bei jedem Instrumente anzuwendenden Konstanten.

Bei guten Instrumenten sind dieses die folgenden drei Gröfsen:

1. Die Temperaturkorrektion, d. h. diejenige Änderung des Aneroidstandes, welche bei gleichem Luftdrucke durch eine Temperatur-Veränderung im Innern des Instruments um 1° C. hervorgerufen wird. Diese Korrektion ist erfahrungsmäfsig der Temperatur des Instruments proportional und dient dazu, die Ablesungen A bei verschiedenen Temperaturen auf solche A_0 bei 0° C. zu reduzieren. Man kann demnach schreiben:

$$A_0 = A - \alpha t\,,$$

wenn man mit α den für das Instrument gesuchten Koeffizienten und mit t die innere Temperatur bezeichnet.

Zur Ermittelung dieses Koeffizienten α vergleicht man bei möglichst konstantem Barometerstande das Aneroid mit einem guten Quecksilber-Barometer bei verschiedenen Temperaturen, wobei aber stets darauf zu achten ist, dafs das Aneroid lange genug derselben Temperatur ausgesetzt wird, damit man sicher sein kann, dafs die einzelnen Teile desselben auch wirklich die von den Thermometern angegebene Wärme angenommen haben. Sodann reduziert man die sämtlichen Ablesungen am Quecksilber-Barometer auf 0° und fügt die etwa hierbei sich zeigenden kleinen Änderungen, welche die Ablesungen infolge von Schwankungen des Luftdrucks erhalten hatten, direkt den entsprechenden Ablesungen des Aneroids hinzu. Es ist dieses zulässig, weil bei kleinen Änderungen die Teilungen beider Barometer als nahe genug gleich angenommen werden können. Man erhält so eine Reihe von Gleichungen:

$$A_0 = A' - \alpha t', \quad \text{oder}$$
$$A' = A_0 + \alpha t',$$
$$A'' = A_0 + \alpha t'',$$
$$A^n = A_0 + \alpha t^n,$$

aus welchen sich die Unbekannten A_0 und α mit Hülfe der Methode der kleinsten Quadrate berechnen lassen.

Einfacher und für den vorliegenden Zweck hinreichend genau gelangt man zur Feststellung des fraglichen Koeffizienten α auf folgendem graphischen Wege:

Man trägt die verschiedenen Werte t', t'' bis t^n als Abscissen und A', A'' bis A^n als zugehörige Ordinaten auf und sucht durch die so gefundenen Punkte eine grade

Linie zu legen, welche denselben möglichst nahe kommt. Es ist alsdann die Tangente des Winkels, welchen diese Grade mit der Abscissenachse einschliefst $= \alpha$ und der Abschnitt derselben auf der vertikalen Achse $= A_0$.

Für Instrumente, bei welchen $\alpha = 0$ wäre, würde diese Korrektion fortfallen. Es wären das also Instrumente, welche bei verschiedener Temperatur immer denselben Druck zeigten. Man hat häufig versucht, solche Aneroide anzufertigen, doch ist dies erst in neuester Zeit dem Fabrikanten Bohne in Berlin mit Naudet'schen Instrumenten gelungen. Derselbe hebt die Bewegungen, welche die wellenförmig gebogenen Deckel der luftleeren Büchse bei Temperatur-Änderungen machen, durch entgegengesetzte Bewegungen eines mit den Deckeln in Verbindung gebrachten, aus verschiedenen Metallen hergestellten, stark gekrümmten Hebels wieder auf.[15]) Bei diesen Instrumenten wird eine wesentliche Fehlerquelle vermieden.

2. Die Standkorrektion. Sie giebt den Unterschied des Aneroidstandes und des Quecksilberbarometer-Standes bei 0° und einem bestimmten Barometerstande, etwa 760 mm Luftdruck, an. Bezeichnet also A_0 den Aneroidstand bei 0° und 760 mm Druck, so ist die Standkorrektion:

$$\gamma = 760 - A_0.$$

Diese Korrektion würde wegfallen, wenn es möglich wäre, den Stand des Aneroids so zu regeln, dafs er bei 0° und 760 mm Druck genau 760 mm betrüge, was aber des feinen inneren Mechanismus wegen schwer zu erreichen ist, auch keinen besonderen Wert hätte, weil die Stellung des Zeigers doch nicht konstant bleiben würde.

γ wird direkt bestimmt, indem man das Aneroid bei 0° und 760 mm Druck mit dem Quecksilberbarometer vergleicht, wozu aber, wenn man nicht Luftpumpen zur Hand hat, sich selten Gelegenheit bietet. Zweckmäfsiger bestimmt man daher γ gleichzeitig mit der folgenden Korrektion.

3. Die Teilungskorrektion wird dadurch erforderlich, dafs die Teilung der Aneroidskala nicht empirisch durch Vergleichung mit dem Quecksilberbarometer, sondern einfach gleichmäfsig gemacht ist. Demnach wird also bei Änderung des Luftdruckes um genau 1 mm Quecksilbersäule der Stand des Aneroids unter Berücksichtigung der Temperatur-Korrektion nicht genau um 1 Aneroidteil sich ändern. Bei guten Instrumenten ist diese Differenz an allen Stellen der Teilung dieselbe, man kann daher bei dieser die Teilungs-Korrektion dem Bogen proportional annehmen und $= \beta\,(760 - A_0)$ setzen. Alsdann ist, wenn man die Standkorrektion und die Teilungs-Korrektion berücksichtigt

$$B_0 = A_0 + \gamma + \beta\,(760 - A_0) \quad \text{oder}$$
$$B_0 = A_0\,(1 - \beta) + (\gamma + 760\,\beta).$$

Macht man nun in verschiedenen Höhen vergleichende Beobachtungen mit dem Aneroid und dem Quecksilberbarometer und reduziert die sämtlichen Ablesungen auf 0°, so erhält man eine Reihe von Gleichungen wie folgt:

$$B_0' = A_0'\,(1 - \beta) + (\gamma + 760\,\beta)$$
$$B_0'' = A_0''\,(1 - \beta) + (\gamma + 760\,\beta)$$
$$B_0^n = A_0^n\,(1 - \beta) + (\gamma + 760\,\beta),$$

aus welchen sich wieder die Werte von β und γ nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnen lassen.

---

[15]) Löwenherz, Bericht über wissenschaftliche Instrumente der Berliner Gewerbe-Ausstellung 1879.

Einfacher ist auch hier die graphische Lösung. Trägt man wieder A_0', A_0'' .... A_0^n als Abscissen, B_0', B_0'' ..... B_0^n als Ordinaten auf und zieht eine grade Linie, welche diesen Punkten möglichst nahe kommt, so ist die Tangente des Winkels, welchen dieselbe mit der Abscissenachse bildet $= 1 - \beta$ und der Abschnitt derselben auf der vertikalen Achse $= \gamma + 760\beta$, woraus γ und β direkt zu berechnen.

Diese drei Korrektionen werden zum Gebrauche in Tabellen zusammengestellt, siehe Tabelle XVI und XVII. In der ersten Tabelle ist die Temperatur-Korrektion, in der zweiten die Stand- und Teilungs-Korrektion zusammen enthalten.

Tabelle XVI.

Zur Reduktion der abgelesenen Barometerstände auf 0 Grad Celsius für das Aneroid No. 1211.

Grade Cels.	Korrekt.	Grade Cels.	Korrekt.	Grade Cels.	Korrekt.	Grade Cels.	Korrekt.
0,1	0,02	1	0,16	11	1,73	21	3,31
0,2	0,03	2	0,31	12	1,88	22	3,46
0,3	0,05	3	0,46	13	2,04	23	3,62
0,4	0,06	4	0,63	14	2,20	24	3,78
0,5	0,08	5	0,79	15	2,36	25	3,94
0,6	0,09	6	0,94	16	2,51		
0,7	0,11	7	1,10	17	2,67		
0,8	0,13	8	1,26	18	2,83		
0,9	0,14	9	1,41	19	2,99		
		10	1,57	20	3,15		

Tabelle XVII.

Zur Reduktion auf das Normalquecksilberbarometer für das Aneroid No. 1211.

Die auf 0 Cels. reduzierten Ablesungen entsprechen a. Aneroid	a. Quecks.-Bar.	Korrekt.
725	726,46	+ 1,46
726	727,44	+ 1,44
727	728,42	+ 1,42
728	729,40	+ 1,40
729	730,38	+ 1,38
730	731,36	+ 1,36
731	732,34	+ 1,34
732	733,32	+ 1,32
733	734,30	+ 1,30
734	735,28	+ 1,28
735	736,26	+ 1,26

Von vielen Mechanikern werden derartige verschieden geformte Tabellen den Aneroiden direkt beigegeben. Jedoch ist bei längerem Gebrauche der Instrumente, etwa alle Jahre und noch besonders dann, wenn dieselben vielleicht durch einen Stofs gelitten haben, eine Revision erforderlich, da der feine Mechanismus im Innern durch den Gebrauch leidet und auch wohl leicht ein wenig Luft in die luftleere Büchse eindringt.[16])

Änderung der Standkorrektion. Es mag noch bemerkt werden, dafs man nach Messung gröfserer Höhen im Laufe eines Tages wohl bei Vergleichung des Feldbarometers mit dem Standbarometer, welche an jedem Morgen und Abend vorgenommen werden mufs, findet, dafs die Standkorrektion γ sich wesentlich geändert hat, dafs sie dann aber im Laufe einiger Wochen oder Monate allmählich teilweise oder ganz auf den alten Wert zurückgeht. Diese Änderung macht das Instrument so wie die gemachten Messungen aber durchaus nicht unbrauchbar, weil nur die Differenzen der Ablesungen eines und desselben Instruments mit denen des Standbarometers der Reihe nach verglichen werden. Man hat nur den Tag festzustellen, an welchem die Differenz auftrat und dann dieselbe entweder auf alle mit dem Instrumente an diesem Tage gemessenen Punkte der Zeit proportional zu verteilen, oder von einem bestimmten Zeitpunkte dieses Tages an voll in Rechnung zu bringen, wenn man glaubt annehmen zu müssen, dafs die Änderung durch irgend einen äufsern Einflufs, etwa einen Stofs oder Ersteigung einer sehr bedeutenden Höhe, zwischen zwei Ablesungen veranlafst worden sei.

---

[16]) Näheres über diese Korrektionen siehe in den mehrfach genannten Werken von Schoder, Jordan, v. Bauernfeind u. A. Einen einfachen Apparat zur Erzielung jeden beliebigen Druckes für Aneroide bei verschiedenen Temperaturen beschreibt Schreiber in Dingl. polyt. Journ. 1875, Heft 1.

b. **Die Reduktionen der Aneroidablesungen für Feld- und Standbarometer auf 0° C. des Quecksilberbarometers** sind durchgeführt in den Manualen S. 85 u. 86. Hat man, wie dort angenommen, mit dem Feldbarometer an einem der Höhe nach bekannten Punkte um $8^h\ 7^m$ den Aneroidstand abgelesen, so werden alle übrigen an demselben Tage mit diesem Instrumente gemachten Ablesungen mit diesem Stande verglichen. Zu diesem Zwecke sind in der Kolumne „Luftdruckkorrektion" des Feldmanuales die am Standbarometer festgestellten Luftschwankungen während des Tages aufgeführt, indem die Differenzen, welche zu den verschiedenen Beobachtungszeiten mit dem um $8^h\ 7^m$ am Standbarometer abgelesenen oder interpolierten Barometerstande konstatiert waren, dem Stande des Feldbarometers von $8^h\ 7^m$ je nach dem Vorzeichen additiv oder subtraktiv hinzugefügt werden. Auf diese Weise sind die Luftschwankungen eliminiert und man hat im Feldbarometermanuale nebeneinander die auf 0° am Quecksilberbarometer reduzierte Ablesung für jeden Beobachtungspunkt und daneben den Quecksilberbarometerstand, welcher in demselben Zeitpunkte an der Höhe nach bestimmtem Ausgangspunkte abgelesen sein würde und ist nun im stande, mit Hülfe der Barometerformel: $h = 18382 \log \frac{B_0}{B'_0}\left(1 + \frac{t+t'}{500}\right)$ die Höhe h zu berechnen. Um diese Ausrechnung zu vereinfachen, kann man sich verschiedener Hülfsmittel bedienen.

c. **Berechnung der Höhen mit Hülfe von Tabellen.** Gaufs und viele Andere haben Tabellen aufgestellt, mittels welcher man bei gegebenen B_0, B'_0, t und t' die Höhe h ermitteln kann. Dabei ist in der Regel ein vergleichender Horizont und zwar die Meereshöhe bei dem mittleren Barometerstande $B_0 = 760$ mm oder auch 762 mm angenommen. Führt man diesen in obige Formel ein, so ergibt sich:

$$h = 18382 \log \frac{762}{B'_0}\left(1 + \frac{t+t'}{500}\right), \quad \text{oder}$$

$$h = 18382 \left(\log 762 - \log B'_0\right)\left(1 + \frac{t+t'}{500}\right).$$

Setzt man noch $t + t' = 0$, so kann man mit der Formel für verschiedene B'_0 die Höhen berechnen, welche die wirklichen Höhen über dem Meeresspiegel angeben würden, wenn bei der Beobachtung von B'_0 gerade der Luftdruck am Meere 762 mm und die algebraische Summe der Lufttemperaturen an den beiden Punkten $= 0$ wäre. Diese ermittelten Höhen nennt man „**rohe Seehöhen**" und sind solche von **Radau**[17]) berechnet.

Multipliziert man die Differenz zweier solcher rohen Seehöhen mit dem Faktor $1 + \frac{t+t'}{500}$, worin t und t' die Lufttemperaturen an den beiden zu vergleichenden Beobachtungspunkten sind, so erhält man den wirklichen Höhenunterschied dieser beiden Punkte. Denn es ist:

$$h = 18382 \log \frac{B_0}{B'_0}\left(1 + \frac{t+t'}{500}\right), \quad \text{oder}$$

$$h = 18382 \left(\log B^0 - \log B'_0\right)\left(1 + \frac{t+t'}{500}\right) \quad \text{oder}$$

$$h = 18382 \left\{(\log 762 - \log B'_0) - (\log 762 - \log B_0)\right\}\left(1 + \frac{t+t'}{500}\right)$$

mithin wenn wir die rohen Seehöhen der beiden Punkte mit S und S' bezeichnen:

$$h = (S - S')\left(1 + \frac{t+t'}{500}\right),$$

welcher Ausdruck leicht zu berechnen ist.

---

[17]) Moniteur scientifique vom Jahre 1864, S. 387. Höltschl. Die Aneroide. S. 244.



Jordan veröffentlicht in der Zeitschrift für Vermessungswesen, Jahrgang 1873, Heft 6, eine Tabelle, in welcher die rohen Seehöhen für die mittlere Temperatur von 15° C., unter Zugrundelegung der genaueren aus der Bauernfeind'schen abgeleiteten für Deutschland gültigen Formel:

$$h = 18516\ (log\ B_0 - log\ B'_0)\ (1 + 0{,}003\,665\ \tau)$$

berechnet sind. Darin bezeichnet wieder h den zu messenden Höhenunterschied in Metern, B_0 und B'_0 die auf gleiche Temperatur reduzierten Quecksilberbarometerstände und τ die mittlere Lufttemperatur in Centigraden. Ebendaselbst giebt derselbe eine Tabelle für die der Lufttemperatur entsprechende Korrektion an, welche mit plus oder minus in Rechnung zu stellen ist, je nachdem $\tau \lesseqgtr 15°$ wird. Nach dieser Tabelle macht sich die Berechnung von h sehr einfach. Dieselbe giebt im allgemeinen etwas gröfsere Resultate, als die von **Radau** aufgestellte, was jedoch innerhalb der für Eisenbahn-Vorarbeiten notwendigen Höhenmessungen nicht in Betracht kommt.

Ferner sind zu empfehlen: **Jordan's** barometrische Höhentafeln, Stuttgart 1879, welche die rohen Seehöhen für Lufttemperaturen von 5 bis 25° von Grad zu Grad geben.

Schoder legt seinen Hülfstafeln für barometrische Höhenbestimmung, Stuttgart 1874 die Formel:

$$h = 15982\left(1 + 0{,}003\,665\ \frac{t' + t''}{2}\right)\left(\frac{B'_0 - B''_0}{B'_0 + B''_0}\right)$$

zu Grunde, welche für die mittlere Breite von $\varphi = 48°\ 30'$ und die mittlere Meereshöhe von 330 m bestimmt ist, und berechnet für verschiedene Werte von $B'_0 + B''_0$ und $t' + t''$ den Höhenunterschied, welcher einer Differenz von 1 mm Quecksilbersäule entspricht, d. h. die Höhe, welche man ersteigen mufs, wenn das Barometer um 1 mm fallen soll. Diese Höhe ist dann einfach mit $B'_0 - B''_0$ zu multiplizieren, um den wahren Höhenunterschied zu erhalten. Die Tabellen sind sehr brauchbar und bequem.

d. **Berechnung der Höhen mit Hülfe von Tabellen, der Babinet'schen Formel und des gewöhnlichen Rechenschiebers.** Hat man keine Tabellen zur Hand, so bietet auch die Formel von **Babinet**

$$h = 16000\left(1 + \frac{t' + t''}{500}\right)\frac{B'_0 - B''_0}{B'_0 + B''_0} \quad \text{oder}$$

$$h = 64\ (250 + \tau)\ \frac{B'_0 - B''_0}{B'_0 + B''_0},$$

wenn τ die wahre Lufttemperatur bezeichnet, ein sehr bequemes Mittel zur Berechnung von h und dürfte diese Formel bei einiger Übung in der Handhabung des Rechenschiebers[18]) wohl noch schneller zum Ziele führen, als die Berechnung mittels Tabellen.

---

[18]) Der Rechenschieber, im Prinzip schon im Jahre 1624 von **Gunther** erfunden, hat durch den französischen Artillerielieutenant **Mannheim** in neuerer Zeit eine wesentliche Verbesserung durch Erfindung des Läufers erfahren. Dieses einfache, 26 cm lange Instrument, welches in England schon lange in der Hand jedes Ingenieurs ist, und in den letzten Jahren auch in Deutschland mehr und mehr Verbreitung gefunden hat, ersetzt, da alle (auch trigonometrische) Rechnungen mit einer für die Praxis vollkommen ausreichenden Genauigkeit in ganz aufserordentlich kurzer Zeit damit ausgeführt werden können, eine vollständige drei- bis vierstellige Logarithmentafel und wird gewifs von keinem praktischen Ingenieur, der nur wenige Rechnungen damit versuchsweise ausgeführt hat, wieder aus der Hand gelegt werden.

Das Prinzip, nach welchem die Rechenschieber konstruiert sind, beruht auf dem Satze: „Addition resp. Subtraktion der Logarithmen entspricht der Multiplikation resp. Division der zugehörigen Zahlen.“ Trägt man auf 2 aneinander verschiebbaren Stäben, der Coulisse und dem Schieber, die Logarithmen der Zahlen von 1 bis 10 in einem beliebigen Mafsstabe auf und schreibt die den Logarithmenwerten entsprechenden Zahlen neben diese auf den Mafsstab, so hat man den Rechenschieber hergestellt, und kann nun durch Verschiebung der Mafsstäbe aneinander die Logarithmen beliebig addieren und subtrahieren, wodurch dann die zugehörigen auf dem Mafsstabe

Berechnung der Höhen auf graphischem Wege.

Franz Rath[19]) hat „rohe Seehöhen“ für verschiedene Temperatur in Reaumur'schen Graden berechnet und diese in einer graphischen Tabelle zusammengestellt, nach deren Muster man leicht ähnliche für das 100teilige Thermometer konstruieren könnte. Einfacher und schneller zum Ziele führend ist jedenfalls das von Jordan[20]) ersonnene Diagramm, welches die Höhe h in eleganter Weise gibt. Es fehlt hier leider der Raum, dieses Diagramm und dessen Konstruktion darzustellen und mufs auf die unten angegebene Quelle verwiesen werden.

Eine andere, sehr zweckmäfsige Methode zur Ermittelung der Höhen auf rein graphischem Wege ist von Ingenieur Steinach erdacht und bei Messungen unter Benutzung des selbstregistrierenden Goldschmidt'schen Barometers als Standbarometer angewandt. Diese Methode ist beschrieben in der Zeitschr. f. Arch. u. Ing. in Hannover, Jahrg. 1881, Heft I.

Berechnung der Höhen durch Übertragung der Tabellen auf den Rechenschieber.

Koppe[21]) überträgt die Radau'sche Tabelle auf den Rechenschieber und vereinfacht dadurch die Rechnung so sehr, dafs das Ausrechnen der Höhe bei einer Reihe von Beobachtungen in nicht zu grofsen Höhenunterschieden und annähernd derselben Lufttemperatur, Annahmen, welche bei den meisten Eisenbahnvorarbeiten zutreffen, so rasch erfolgt, wie das Diktieren der Differenzen der auf 0° reduzierten Normalquecksilberbarometerstände.

Die folgende, zu diesem Zwecke umgeformte Radau'sche Tabelle XVIII (S. 81) ist der angegebenen Quelle entnommen.

Dieselbe giebt in den vertikalen Spalten diejenigen Höhendifferenzen h_0 der Beobachtungspunkte in Metern, welche bei dem darüber stehenden mittleren Barometerstande $\frac{B'_0 + B''_0}{2}$ den in der ersten Spalte links stehenden Differenzen $B'_0 - B''_0$ bei 0° äufserer Temperatur entsprechen.

---

verzeichneten Zahlen entsprechend multipliziert oder dividiert werden. In Fig. 14, S. 83 ist ein solcher Rechenschieber dargestellt. Die Teilungen des Schiebers sind genau gleich den ihnen gegenüberliegenden Teilungen der Coulisse, verschiebt man nun wie in der Figur gezeichnet, den Schieber so in der Coulisse, dafs 1 der oberen Teilung der Coulisse über 1,375 der oberen Teilung des Schiebers steht, so liegen unter den Werten von 1, 2, 3, 4 u. s. w. der oberen Teilung, die diesen Zahlen entsprechenden mit 1,375 multiplizierten Werte. Ebenso sind in der unteren doppelt so grofsen Teilung des Schiebers alle Zahlen um 1,17 mal so grofs, als die darunter liegenden Zahlen der Coulisse, da beide Teilungen um den Wert von 1,17 gegeneinander verschoben sind. Der Raum verbietet näher auf dies interessante und äufserst praktische Instrument einzugehen und verweisen wir daher auf die vom Baumeister A. Göring geschriebene Anleitung zum Gebrauche des Rechenschiebers und den Vortrag von Professor Häseler, veröffentlicht in der Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover, Jahrgang 1869, Deutsche Bauz. 1878, S. 373 u. a. a. O.

Auf dem gleichen Prinzipe, wie der Rechenschieber, beruht die Rechenscheibe von Sonne, ferner der Grafenhorst'sche Rechenmafsstab (Hamburg 1868), welcher genauere Resultate als der Rechenstab gibt und die Rechentafel von G. Herrmann (Braunschweig 1875).

[19]) Bestimmung der Seehöhen von Orten auf graphischem Wege nach beobachteten Barometer- und Thermometerständen. Wien 1870.

[20]) Zeitschr. f. Vermessungswesen. Jahrgang 1873, pag. 306 u. 307.

[21]) Zeitschr. f. Vermessungswesen. Jahrgang 1874, pag. 1.



Diese Höhen: $h_0 = 18382\ (log\ B'_0 - log\ B''_0)$
sind, wenn die mittlere äufsere Temperatur nicht 0°, sondern $\tau°$ beträgt, noch mit dem Faktor $\left(1 + \frac{\tau}{250}\right)$ zu multiplizieren.

Tabelle XVIII.

$B'_0 - B''_0$	770 mm	760 mm	750 mm	740 mm	730 mm	720 mm	710 mm	700 mm	690 mm	680 mm	670 mm	660 mm	650 mm	640 mm	$= \frac{B'_0 + B''_0}{2}$
mm	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	
1	10,36	10,50	10,64	10,78	10,93	11,08	11,24	11,40	11,57	11,74	11,92	12,10	12,29	12,48	
2	20,72	21,00	21,28	21,56	21,86	22,16	22,48	22,80	23,14	23,48	23,84	24,20	24,58	24,96	
3	31,08	31,50	31,92	32,34	32,79	33,24	33,72	34,20	34,71	35,22	35,76	36,30	36,87	37,44	
4	41,44	42,00	42,56	43,12	43,72	44,32	44,96	45,60	46,28	46,96	47,68	48,40	49,16	49,92	
5	51,80	52,50	53,20	53,90	54,65	55,40	56,20	57,00	57,85	58,70	59,60	60,50	61,45	62,40	
6	62,16	63,00	63,84	64,58	65,58	66,48	67,44	68,40	69,42	70,44	71,52	72,60	73,74	74,88	
7	72,52	73,50	74,48	75,46	76,51	77,56	78,68	79,80	80,99	82,18	88,44	84,70	86,03	87,36	
8	82,88	84,00	85,12	86,24	87,44	88,64	89,92	91,20	92,56	93,92	95,36	96,80	98,32	99,84	
9	93,24	94,50	95,76	97,02	98,37	99,72	101,16	102,60	104,13	105,66	107,28	108,90	110,61	112,32	
10	103,60	105,00	106,40	107,80	109,30	110,80	112,40	114,00	115,70	117,40	119,20	121,00	122,90	124,80	

$B'_0 - B''_0$	630 mm	620 mm	610 mm	600 mm	590 mm	580 mm	570 mm	560 mm	550 mm	540 mm	530 mm	520 mm	510 mm	500 mm	$= \frac{B'_0 + B''_0}{2}$
mm	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	
1	12,68	12,89	13,10	13,32	13,55	13,78	14,02	14,27	14,53	14,80	15,08	15,37	15,67	15,98	
2	25,36	25,78	26,20	26,64	27,10	27,56	28,04	28,54	29,06	29,60	30,16	30,74	31,34	31,96	
3	38,04	38,67	39,30	39,96	40,65	41,34	42,06	42,81	43,59	44,40	45,24	46,11	47,01	47,94	
4	50,72	51,56	52,40	53,28	54,20	55,12	56,08	57,08	58,12	59,20	60,32	61,48	62,68	63,92	
5	63,40	64,45	65,50	66,60	67,75	68,90	70,10	71,35	72,65	74,00	75,40	76,85	78,35	79,90	
6	76,08	77,34	78,60	79,92	81,30	82,68	84,12	85,62	87,18	88,80	90,48	92,22	94,02	95,88	
7	88,76	90,23	91,70	93,24	94,85	96,46	98,14	99,89	101,71	103,60	105,56	107,59	109,69	111,86	
8	101,44	103,12	104,80	106,56	108,40	110,24	112,16	114,16	116,24	118,40	120,64	122,96	125,36	127,84	
9	114,12	116,01	117,90	119,88	121,95	124,02	126,18	128,43	130,77	133,20	135,72	138,33	141,03	143,82	
10	126,80	128,90	131,00	133,20	135,50	137,80	140,20	142,70	145,30	148,00	150,80	153,70	156,70	159,80	

In der folgenden Tabelle XIX sind für verschiedene Werte von τ und äufsere Temperaturen von 5° bis 30° die Resultate dieser Rechnung so zusammengestellt, dafs in den vertikalen Kolumnen die Höhenzahlen angegeben sind, welche zu den aus der Tabelle XVIII ermittelten Höhenzahlen addiert oder von denselben subtrahiert werden müssen, je nachdem die äufsere Temperatur + oder — ist.

Tabelle XIX.

m	5° m	10° m	15° m	20° m	25° m	30° = τ m
10	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20
20	0,40	0,80	1,20	1,60	2,00	2,40
30	0,60	1,20	1,80	2,40	3,00	3,60
40	0,80	1,60	2,40	3,20	4,00	4,80
50	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00
60	1,20	2,40	3,60	4,80	6,00	7,20
70	1,40	2,80	4,20	5,60	7,00	8,40
80	1,60	3,20	4,80	6,40	8,00	9,60
90	1,80	3,60	5,40	7,20	9,00	10,80
100	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00

Es sei beobachtet $B'_0 = 735$ mm, $B''_0 = 745$ mm und $\tau = 15°$, so folgt aus der Tabelle XVIII für den mittleren Barometerstand von

$$\frac{B'_0 + B''_0}{2} = \frac{735 \text{ mm} + 745 \text{ mm}}{2} = 740 \text{ mm}$$

und $B'_0 - B''_0 = 735$ mm $- 745$ mm $= 10$ mm die Höhe $h_0 = 107{,}80$ m.

Aus der Tabelle XIX findet man die Temperaturkorrektion bei 15°

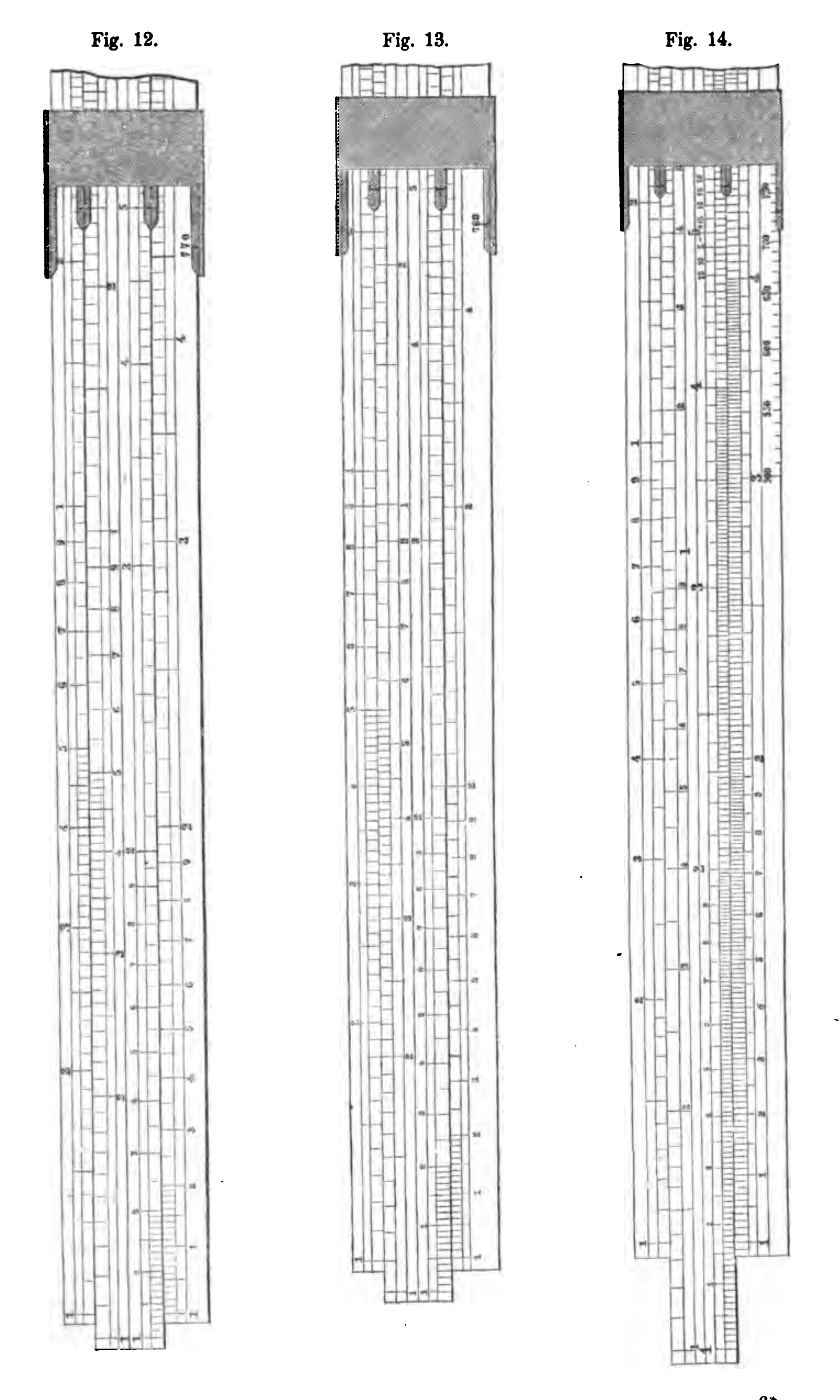
für	100 m	=	6,0 m
„	7 „	=	0,42 „
„	0,8 „	=	0,048 „
also für	107,80 m	=	6,468 m

mithin der ganze Höhenunterschied der beiden Beobachtungspunkte = 107,80 m + 6,468 m = 114,268 m. Die Rechnung macht sich in diesem Falle einfach, weil die Zahlen des Beispiels so gewählt waren, dafs eine Interpolation bei Benutzung der Tabellen nicht erforderlich wurde. Im Folgenden soll gezeigt werden, wie man diese Rechnung in jedem Falle bequem mit dem oben erwähnten Rechenschieber ausführt, auf welchen man die beiden Tabellen überträgt.

Man schrägt den unteren Arm des Läufers eines Rechenschiebers nach Innen ab (s. Fig. 12) und bringt auf der Abschrägung einen Indexstrich an. Die mittleren Barometerstände der Tabelle XVIII werden jetzt auf dem Rechenschieber unter der unteren Teilung der Coulisse nacheinander aufgetragen. Man schiebt zunächst 1,036 des Schiebers über den Indexstrich 1 der Coulisse, den Index des Läufers aber aus einem später bei Übertragung der Tabelle XIX nachzuweisenden Grunde auf 5 der unteren Teilung des Schiebers und macht in dieser Stellung auf der Coulisse, entsprechend dem neu angebrachten Indexstriche, am unteren Läuferarme einen Strich für den mittleren Barometerstand 770 mm. Es stehen in dieser Lage für den mittleren Barometerstand $\frac{B'_0 + B''_0}{2} = 770$ mm, die bei $\tau = 0°$ resultierenden Höhenunterschiede 10,36, 20,72, 31,08 m ..... in der Schieberskala direkt über den entsprechenden Differenzen $B'_0 - B''_0$ = 1, 2, 3 mm ..... der unteren Coulissenskala.

Weiter stellt man jetzt (s. Fig. 13) den Schieber so, dafs 1,050 über 1 der unteren Coulissenteilung steht, schiebt wieder den Index des Läufers auf 5 der unteren Schieberteilung und macht auf dem Rechenschieber den Strich für 760 mm Barometerstand. Die Höhenunterschiede 10,50, 21,00, 31,50 m ..... bei $\tau = 0°$, dem mittleren Barometerstand 760 mm und $B'_0 - B''_0 = 1$, 2, 3 mm .... stehen jetzt wieder in derselben Weise wie vorhin in den Teilungen des Schiebers und der Coulisse über einander. In gleicher

Fig. 12. Fig. 13. Fig. 14.



Weise werden so die mittleren Barometerstände von 770 bis 500 mm aufgetragen. Es haben dann natürlich die Teilstriche 770, 760, 750 . . . die gleichen Entfernungen wie die Schieberteilungen 1,036, 1,050, 1,064 . . . . . , oder wie 2,072, 2,100, 2,128 . . . . . u. s. w. und ist die Tabelle XVIII damit vollständig auf den Rechenschieber übertragen.

Die Teilung für die Tabelle XIX ist auf dem Rechenschieber schon vorhanden; beobachtet man nämlich durch Verschiebung des Teilstriches 5 am Schieber über 1 an der Coulisse, dafs 5, 5,1, 5,2, ... am Schieber mit 1,00, 1,02, 1,04 . . . . der Coulisse übereinstimmt, und dafs die für 0° Lufttemperatur ermittelten Höhenunterschiede mit dem Koeffizienten $\left(1 + \frac{\tau}{250}\right) = 1{,}00,\ 1{,}02,\ 1{,}04, \ldots$ für $\tau = 0°, 5°, 10° \ldots$ zu multiplizieren sind, so folgt, dafs man die Teilstriche 5, 5,1, 5,2 . . . . mit den den wahren Lufttemperaturen entsprechenden Zahlen 0°, 5°, 10° . . . . versehen mufs und dann die Multiplikation $1 + \frac{\tau}{250}$ dadurch vornimmt, dafs man den Schieber bei unveränderter, dem mittleren Barometerstande entsprechender Läuferstellung so verstellt, dafs die entsprechende Zahl für die äufsere Lufttemperatur sich mit dem Indexstriche des Läufers deckt. Es ist jetzt auch die zweite Tabelle auf den Rechenmafsstab übertragen und danach ersichtlich, weshalb bei Übertragung der ersteren Tabelle, der Indexstrich des Läufers auf 5 der unteren Schieberteilung gestellt wurde.

Soll z. B. bei mittlerem Barometerstande von 730 mm eine Lufttemperatur von $17\frac{1}{2}°$ in Rechnung gebracht werden, so stellt man (s. Fig. 14) den Indexstrich am unteren Läuferarme auf 730 mm und danach den Indexstrich des Schiebers für $17\frac{1}{2}°$ über den Indexstrich des Läufers; nun stehen in der unteren Schieberskala die bei $17\frac{1}{2}°$ Lufttemperatur und 730 mm mittlerem Barometerstande resultierenden Höhenunterschiede direkt über den Höhendifferenzen $B'_0 - B''_0$ der unteren Coulissenskala.

Es sei z. B. gegeben wie im nachfolgenden Feldmanuale:

$$B'_0 = 730{,}11 \text{ mm},\ B''_0 = 728{,}53 \text{ mm, so ist } \frac{B'_0 + B''_0}{2} = 729{,}32 \text{ mm} = \text{rot. } 730.$$

Die Lufttemperatur kann für die sämtlichen Beobachtungen im Mittel zu $17\frac{1}{2}°$ angenommen werden, und pafst somit für die Ausrechnung die oben gezeichnete Schieberstellung.

Es ist $B'_0 - B''_0 = 1{,}58$ mm, darüber steht in der unteren Schieberteilung die Zahl rot. 18,5 m als Höhendifferenz beider Beobachtungspunkte und ist im Vergleich zum Ausgangspunkte + 18,5 m anzusetzen, weil $B''_0 < B'_0$ ist.

Bei unveränderter Schieberstellung kann man auch das folgende Beispiel des Feldmanuals nachrechnen.

$$B'_0 = 730{,}14 \text{ mm},\ B''_0 = 731{,}73 \text{ mm},\ \tau = 17\tfrac{1}{2}°, \text{ da hier } \frac{B'_0 + B''_0}{2} = 730{,}94 \text{ mm}$$

oder wieder rot. = 730 mm ist.

Für $B'_0 - B''_0 = 1{,}59$ mm wird der Höhenunterschied beider Beobachtungspunkte in der unteren Schieberteilung zu rot. 18,6 m abgelesen und zwar hier — 18,6 m, weil $B''_0 > B'_0$ ist.

In dem folgenden Feldmanuale Tabelle XXI ist für alle Punkte von 1 bis 12 bei der Ausrechnung der gleiche mittlere Barometerstand von rot. 730 mm angenommen, der Höhenunterschied bei diesen Punkten also bei unveränderter Läufer- und Schieberstellung des Rechenschiebers ermittelt. Kommen abweichende mittlere Barometerstände oder gröfsere Höhenunterschiede vor, wie bei den Punkten 13 bis 15 des Manuales, so sind dieselben ebenfalls rasch mittels einer Verstellung des Läufers und des Schiebers bestimmt.



Tabelle XX.

Stand-Manual.

Lauf. No.	Zeit St.	Zeit Min.	Innere Temperatur C. Gr.	Ablesung am Aneroid mm	Reduktion auf 0 Gr. Cels. mm	Reduktion a. d. Quecks.-Bar. mm	Differenz der Barometer-Ablesungen positiv mm	Differenz der Barometer-Ablesungen negativ mm	Bemerkungen.
1	8	—	15,2	745,20	742,62	743,16			Der Anfang für die Beobachtungen des Feldbarometers war 8 Uhr 7 Min.
	(8	7				743,23)			
2	8	10	15,2	745,30	742,72	743,26	0,03		
3	8	20	15,3	745,30	742,70	743,24	0,01		
4	8	30	15,4	745,40	742,78	743,31	0,08		
5	8	40	15,5	745,40	742,76	743,29	0,06		
6	8	50	15,6	745,40	742,75	743,29	0,06		
7	9	—	15,6	745,30	742,65	743,19		0,04	
8	9	10	15,7	745,30	742,63	743,17		0,06	
9	9	20	15,8	745,25	742,56	743,10		0,13	
10	9	30	15,9	745,20	742,50	743,04		0,19	
11	9	40	16,0	745,20	742,48	743,02		0,21	
12	9	50	16,0	745,10	742,38	742,98		0,25	
13	10	—	16,1	745,10	742,36	742,90		0,33	
14	10	10	16,2	745,10	742,35	742,89		0,34	
15	10	20	16,3	745,10	742,33	742,88		0,35	

Das hier beschriebene Verfahren der Ausrechnung mit dem Rechenschieber ist so wenig zeitraubend, dafs man leicht 100 bis 200 Punkte in der Stunde ausrechnen kann und daher im Felde nicht sparsam mit der Aufnahme von Punkten sein sollte.

Genau genommen hätten die Jordan'schen Tabellen auf den Rechenschieber übertragen werden sollen, welche richtigere Höhen geben, als die Radau'schen, weil dieses aber ohne erhebliche Umrechnung nicht wohl anging, so wurden die letzteren benutzt, welche für die Zwecke von Eisenbahnvorarbeiten völlig ausreichen.

Jedem bleibt es überlassen, ob er der Ausrechnung mit Hülfe der oben angegebenen Tabellen, der erwähnten graphischen Methoden oder mit Hülfe des Rechenschiebers den Vorzug giebt; alle diese Methoden führen rasch zum Ziele.

Manuale für Aneroidmessungen und deren Berechnung.

Die Kolumnen des Stand- und Feldmanuales, Tabelle XX und XXI, sind an sich leicht verständlich und aufserdem im vorstehenden Texte hinreichend erläutert.

Erwähnt mag noch werden, dafs in der 14. Spalte die durch ein Geschwindnivellement oder auch durch frühere Barometermessungen vorher ermittelten einzelnen Punkte aufgezeichnet sind, an welche im Laufe der Arbeit angeschlossen wurde. Es ist namentlich für Anfänger bei Aneroidmessungen sehr zu empfehlen, an möglichst viele solche Punkte anzuschliefsen, um sich von der Genauigkeit der Arbeit zu überzeugen und dadurch auch Vertrauen zu dem Instrumente zu bekommen.

Bei diesen Nivellements, sowie bei allen Höhenmessungen geht man von dem in der betreffenden Gegend eingeführten Normalhorizont aus und bezieht auf diesen alle gemessenen Höhen. In Deutschland werden demnächst die durch das in Aussicht stehende Präcisionsnivellement festgelegten Fixpunkte bequeme Anhalte für solche Nivellements bieten und auch zu Anschlufspunkten bei barometrischen Höhenmessungen geeignet sein.

Durch diese Beobachtungen an der Höhe nach bekannten oder barometrisch bestimmten Punkten erhält man eine sehr gute Kontrole für die Ablesungen am Standbarometer, wenn man nicht in zweckmäfsigerer Weise als solches ein selbstregistrierendes

Tabelle XXI. **Feld-Manuale.**

Lauf. No.	Zeit. St.	Zeit. Min.	Innere Temperatur C. Gr.	Ablesung am Aneroid mm	Reduktion auf 0 Grad Celsius mm	Reduktion a. d. Quecks.-Bar. mm	Luftdruck-Korrekt. mm	Äußere Temperatur C. Gr.	Differenz der Barometer-Ablesungen positiv mm	Differenz der Barometer-Ablesungen negativ mm	+ Steigen m	— Fallen m	Ordinate m	Ordinate der bekannten Punkte m	Bemerkungen.
1	8	7	18,3	731,60	728,72	730,10	730,10	17,0	0,00				350,1	350,10	Chausseestein No.
2	8	18	19,0	730,10	727,11	728,53	730,11		1,58		18,5		368,6		
3	8	25	19,8	733,50	730,38	731,73	730,14			1,59		18,6	331,5		
4	8	30	20,2	730,90	727,72	729,13	730,18		1,05		12,3		362,4		
5	8	38	20,6	732,40	729,16	730,54	730,16			0,38		4,4	345,7		
6	8	45	21,0	730,70	727,39	728,81	730,16		1,35		15,8		365,9		
7	8	52	21,7	730,70	727,29	728,71	730,15		1,44		16,8		366,9		
8	8	56	21,9	730,60	727,15	728,57	730,12		1,55		18,1		368,2		
9	9	10	22,5	733,80	730,26	731,51	730,04			1,47		17,2	332,9	333,67	Thürschwelle der Mühle.
10	9	22	22,7	730,50	726,93	728,35	729,96		1,61		18,8		368,9		
11	9	35	23,0	733,60	729,98	731,34	729,90			1,44		16,8	333,3		
12	9	50	23,2	733,20	729,55	730,92	729,85			1,07		12,5	337,6		
13	9	58	23,4	730,80	727,12	728,54	729,79		1,25		14,6		364,7		
14	10	15	23,5	729,00	725,30	726,76	729,76		3,00		35,3		385,4		
15	10	19	23,7	728,25	724,52	725,99	729,75	18,0	3,76		44,20		394,3		

Goldschmidt'sches benutzt. Nur zu leicht wird dem mit diesen Ablesungen betrauten Gehülfen diese monotone Arbeit zu langweilig, und wendet er derselben infolge dessen nicht die nötige Aufmerksamkeit zu. So kam es bei den barometrischen Höhenmessungen der Rheinischen Eisenbahngesellschaft einmal vor, daſs dem Gehülfen, welcher in einem in der ersten Etage gelegenen Zimmer eines Wirtshauses das Standbarometer ablesen sollte, die Arbeit zu langweilig wurde, und er die Gesellschaft in der 4 m tiefer gelegenen Wirtsstube vorzog, wo er seine Ablesungen der Zeit nach richtig fortführte. Dieser Umzug wurde zunächst durch Beobachtungen an bekannten Punkten im Felde bemerkt und dann im Standmanuale durch das plötzliche Steigen des Luftdruckes um 0,4 mm auf 10 Minuten genau dem Gehülfen nachgewiesen und dieser zum Geständnis gebracht. Seit dieser Zeit hat derselbe eine so heilige Scheu vor dem Instrumente bewahrt, daſs er stets richtig abgelesen hat.

Die Staffelmessung.

Bei der ersten generellen Bereisung einer Linie kommt es häufig vor, daſs der Ingenieur mit dem Feldinstrumente am Abend nicht nach dem Ausgangspunkte, an welchem meistens das Standbarometer von dem Gehülfen beobachtet wird, zurückkehren kann. Es ist dann an jedem Morgen genau zu verabreden, wie lange der Gehülfe ablesen soll, und der Ingenieur richtet sich so ein, daſs er am Ende dieser Zeit einen festen Punkt durch mehrmaliges Ablesen möglichst genau bestimmt. Der Gehülfe kommt abends nach und der Ingenieur weist ihm eine neue Station zum Ablesen des Standbarometers an und schlieſst morgens an den zuletzt beobachteten Punkt an, der wieder durch mehrmaliges Ablesen mit möglichster Genauigkeit bestimmt wird.

Es ist selbstverständlich dabei ganz gleichgültig, in welcher Höhe das Standbarometer abgelesen wird, denn dasselbe dient ja nur zur Messung der Luftschwankungen, während die eigentliche Vergleichsstation der am vorhergehenden Tage bestimmte Fixpunkt ist. Am sichersten geht man immer bei solchen Messungen, wenn man abends zum Standbarometer zurückkehrt, um das Feldaneroid mit diesem zu vergleichen und nachzusehen, ob sich die Standkorrektion γ geändert hat. Wenn man diese Vergleichung erst vornimmt, nachdem das Standbarometer auf die folgende Station getragen ist, so kann sich möglicherweise die Standkorrektion des letzteren ebenso geändert haben, wie die des Feldaneroids und würde sich dadurch ein Fehler in die Messung einschleichen.

Die horizontale Entfernung, welche die Feldbarometer von den Standbarometern haben dürfen, ist abhängig von der Entfernung, innerhalb welcher Luftschwankungen noch gleichzeitig auftreten. Die Ansichten hierüber gehen weit auseinander. Rühlmann giebt in seinem mehrfach erwähnten Werke dieselbe zu 37,5 km und Bauernfeind zu 60 bis 75 km für ebene Gegenden unter der Voraussetzung an, dafs die korrespondierenden Beobachtungsstationen nicht durch Gebirge getrennt sind. Gröfsere Entfernungen kommen bei Messungen für Vorarbeiten wohl kaum vor. Bei den Aufnahmen eines breiteren Terrainstreifens wird das Standbarometer selten mehr als 10 bis 15 km und bei der ersten generellen Bereisung kaum mehr als 30 bis 40 km von den Feldbarometern entfernt sein, weil man gröfsere Rekognoszierungen in einem Tage mit Rücksicht darauf, dafs das Standbarometer abends oder nachts nachtransportiert werden mufs, kaum machen kann.

Die Genauigkeit der Aneroidmessungen bei vorsichtiger Handhabung der Instrumente ist von Koppe in dem oben angeführten Aufsatze für Naudet'sche Instrumente von 12 cm Durchmesser des Teilkreises aus 248 Beobachtungen nivellitisch bestimmter Höhenpunkte ermittelt. Hiernach war der wahrscheinliche Fehler = 1,1 m. Absolut genommen lagen zwischen

0 m	bis	1 m	=	114,
1 „	„	2 „	=	70,
2 „	„	3 „	=	47,
3 „	„	4 „	=	14,
4 „	„	5 „	=	3 Fehler.

Der gröfste Fehler war 4,4 m. Diese Messungen wurden unter Verhältnissen ausgeführt, wie sie bei Eisenbahnvorarbeiten vorkommen, und dürfte daher diese Genauigkeit bei derartigen Arbeiten zu erreichen und zu erwarten sein.

Schoder[22]) giebt den wahrscheinlichen Fehler für Höhenunterschiede bis 113 m aus 47 Resultaten für ein gleiches Instrument zu 0,94 m an. Eine derartige Genauigkeit ist für die hier in Frage kommenden Arbeiten eine vollständig genügende, besonders wenn man bedenkt, dafs die Fehler nur einzelnen Punkten anhaften und sich nicht fortpflanzen.

Jeder mit dem Aneroid eingemessene, vorher nivellitisch oder anderweit festgelegte Anschlufspunkt dient für die Ausrechnung der Ablesungen am Aneroid, welche bis zur Erreichung des nächsten Anschlufspunktes gemacht werden, als Horizont, und auf ihn wird jede einzelne Messung bezogen.

Die Kosten und die Zeit der Aneroidmessungen sind sehr gering. So wurden z. B. bei Aneroidmessungen der Rheinischen Bahn im Jahre 1873 von zwei

[22]) Schoder. Hülfstafeln zu barometrischen Höhenmessungen. Stuttgart 1874.



Ingenieuren und einem Gehülfen in 59 Tagen Feldarbeit und 28 Tagen Bureauarbeit 1920 ha in sehr coupiertem Terrain, unter Zugrundelegung der preufsischen Katasterkarten, aufgenommen, gerechnet, im Mafsstab 1:10000 gezeichnet und die Trace danach festgelegt. Die Arbeit kostete nur 1,25 M. pro Hektar.

Auftragen und Zeichnen der Horizontalkurven-Pläne.

Den Aufnahmen im Felde und dem Berechnen der Höhen folgt das Zeichnen der Horizontalkurvenpläne, für welche, wie bereits bemerkt, ein Mafsstab von 1:10000 zweckmäfsig ist.

Als Muster für die Darstellung solcher Pläne mag die auf Taf. I gegebene Situation dienen, welche in Bezug auf die Ausstattung der vom preufsischen Ministerium gegebenen Vorschrift entspricht. Wir sind von derselben nur insofern abgewichen, als wir für die Farbe der Horizontalkurven statt schwarz, braun gewählt haben. Aufserdem wird in der Vorlage nur ein Terrainstreifen von etwa 300 m Breite zu jeder Seite der Bahn verlangt, aus welchem man wohl erkennen kann, ob die Bahn innerhalb dieses kleinen Streifens richtig traciert ist, aber nicht, ob dieses überhaupt geschehen. Hierzu ist, wenn das Terrain nicht ganz eben, unter allen Umständen eine weit gröfsere Terrainaufnahme erforderlich, was in Taf. I berücksichtigt wurde.

Wenn keine Karten vorhanden waren und die Situation aufgenommen werden mufste, so geschieht das Auftragen derselben direkt in dem angegebenen Mafsstabe, indem man die im Felde ausgesteckte Polygonlinie mit den Ordinatenlinien in den Plan überträgt und die Situation, wie auch die Höhenpunkte in beiden markiert und erstere in entsprechender Weise durch Linien verbindet.

Neben den Höhepunkten werden die zugehörigen Höhenzahlen eingetragen und nach diesen die Horizontalkurven in Entfernungen von 10 zu 10 oder höchstens 5 zu 5 m konstruiert, was mit ausreichender Genauigkeit nach Schätzung geschieht. (Über die Methoden zum genaueren Zeichnen derselben s. § 15.)

Waren bereits Pläne für die Situation vorhanden, so werden diese benutzt, nach den gleich im Felde in denselben markierten Höhenpunkten die Horizontalkurven in angegebener Weise zu konstruieren.

Es erübrigt dann nur, diese in der Regel in gröfserem Mafsstabe gezeichneten Karten auf den gegebenen Mafsstab zu reduzieren und dieselben nach ihren Grenzen aneinander zu tragen. Diese Reduktion geschieht wohl am einfachsten auf photographischem Wege. Man spannt zu diesem Zwecke die mit einem Mafsstab versehenen Blätter auf ein Reifsbrett und stellt sie normal zur optischen Achse des Apparates auf. Die Justierung des letzteren geschieht in der Weise, dafs man den gegebenen Mafsstab auf die geschliffene Glasplatte desselben anlegt und diese verschiebt, bis das Bild auf derselben vom Mafsstabe des Planes mit dem ersten übereinstimmt.

Die erhaltenen Photographien der einzelnen Blätter werden dann nach den Grenzen zusammengepafst, und mittels Durchstechen auf Zeichenpapier übertragen.

Ein anderes Mittel für die Reduktion solcher Pläne bietet der bekannte Storchschnabel, mittels welches man die einzelnen Brechpunkte der Situation mit einer Nadel auf dem Papiere markieren kann. Derselbe ist vom Zeichner Sabel in Coblenz derartig verbessert, dafs man Pläne direkt mit Bleistrichen übertragen kann.

Eine weitere Methode besteht darin, dafs man den zu reduzierenden Plan mit einem Netz von Quadraten bedeckt, dieses in dem bestimmten Mafsstabe zeichnet und in den einzelnen Quadraten die Situation überträgt, wobei, wenn dieselben nicht zu grofs gewählt, meistens Schätzung genügt.

Will man sich dabei auf Schätzung nicht verlassen, so empfehlen wir die Benutzung des in Fig. 15 angegebenen graphischen Proportionalzirkels, mittels welchen man auf einfachste Weise Längen reduzieren kann.

Fig. 15.

Man konstruiert denselben, indem man von A aus eine Länge $A\,B$ im gröfseren Mafsstabe gemessen auf einer Geraden aufträgt und vom Punkte B aus mit der gleichen Länge im kleineren Mafsstabe einen Kreisbogen beschreibt, an welchen man durch den Punkt A eine Tangente legt.

Die zu reduzierende Länge nimmt man in den Zirkel und trägt sie von A aus auf $A\,B$ ab, läfst die eine Zirkelspitze auf der Linie stehen und zieht den Zirkel so weit ein, bis die zweite Spitze die Linie $A\,C$ tangiert; man hat dann die reduzierte Länge im Zirkel.

In der auf Taf. I dargestellten Situation haben wir in einem Teile derselben die den Horizontalkurven zu Grunde liegenden Höhenzahlen, welche einer mit dem Aneroid ausgeführten Höhenaufnahme entnommen sind, eingetragen, um ein Bild für die Art der Aufnahme zu geben. Diese Zahlen sind bei der Reinzeichnung der Pläne fortzulassen, um die Übersichtlichkeit derselben nicht zu stören.

2. Aufnahme des Terrains und Zeichnen der Pläne mit Hülfe der Photogrammetrie.

Die Idee, das Bild der Camera obscura für geometrische Aufnahme von Terrain, Architektur u. s. w. zu verwenden, ist vielleicht so alt, wie die Camera obscura selbst, und hat mit der Erfindung der Photographie selbstverständlich bedeutend an Aussicht auf Verwirklichung gewonnen. Namentlich sind in Italien und Frankreich[23]) frühzeitig Versuche in dieser Richtung gemacht worden. Die Versuche scheiterten notwendig an dem Umstande, dafs die allmähliche Entwickelung der Photographie in dem physikalischen Teile der Objektive, namentlich aber in dem chemischen Teile der Präparation und Hervorrufung der lichtempfindlichen Platten nicht so bald gestattete, den schon hoch entwickelten Leistungen der übrigen Mefsinstrumente gleichzukommen. Nur der vollständigen Beherrschung beider zu vereinigenden Elemente: der Photographie und der Mefsinstrumente zugleich durch eine Person konnte es gelingen, jene Idee zu einem nicht mehr zu übersehenden Hülfsmittel der neueren Ingenieurkunst zu gestalten.

Bekanntlich hat Herr Meydenbauer sich seit Jahren dieser mühevollen Aufgabe unterzogen. Nach uns gewordenen Mitteilungen hat derselbe in letzter Zeit die Leistungsfähigkeit des von ihm „Photogrammetrie“ genannten Hülfsmittels in kontrolierten Aufnahmen von Terrain und Architektur praktisch nachgewiesen. —

Die Photogrammetrie hat hiernach noch keine lange Geschichte hinter sich und leidet zum Teil noch immer an der Schwerfälligkeit, die dem „Photographischen Theodoliten“ gegenüber den gewöhnlichen Mefsinstrumenten beim Gebrauche im Freien anhaftet. Die noch bestehenden Schwierigkeiten sind indessen nicht mehr sehr wesentlich. Hat doch schon Herr Meydenbauer vermocht, ohne andere Hülfe, als die eines gewöhnlichen Trägers, einen Terrainabschnitt in einem entlegenen Gebirgsthal in wenigen Stunden photogrammetrisch aufzunehmen und längere Zeit nach der Rückkehr zu Hause aus dem so gewonnenen Material einen Schichtenplan aufzutragen, dessen Angaben gegen

23) Deutsche Bauz. Jahrgang 1873. S. 265.

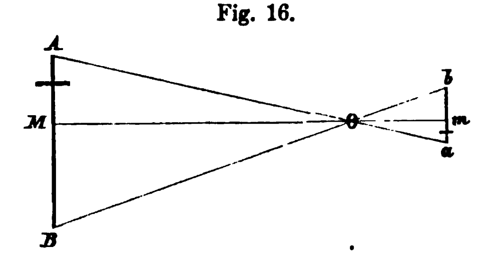


anderweitig gemachte trigonometrische Messungen nicht zurückstehen.[24]) Diese Thatsache veranlafst uns, schon jetzt die Photogrammetrie als gleichberechtigt mit den vorstehend beschriebenen wissenschaftlichen Hülfsmitteln nach den Angaben des Herrn Meydenbauer hier in Kürze darzustellen. Das Wesen der Photogrammetrie läfst sich in der Erklärung geben: Die Grundlage jeglicher Fernmessung, d. i. Bestimmung von Horizontal- und Vertikalwinkeln an den Endpunkten einer Standlinie von bekannter Länge, wird auf dem mechanisch durch Photographie gewonnenen Bilde gegeben, welches den aufzunehmenden Gegenstand (Terrain, Architektur oder jeden sonst in seinen Abmessungen zu bestimmenden Körper) genau so darstellt, wie er dem Beobachter an Ort und Stelle, also perspektivisch erscheint. Da nun der Beobachter doch auch nur aus dem perspektivischen Bilde sich die Elemente der Messung durch besondere Instrumente (Mefstisch, Nivellierinstrument, Theodolit, Boussole, Sextant) einzeln heraus sucht und die Beobachtungen einzeln notiert, um sie nachher zu dem gewünschten Resultate zusammenzustellen, so ist es klar, dafs man auf dem photographisch fixierten Bilde dieselben Elemente wiederfinden und aus ihnen dasselbe Resultat zusammenstellen kann.

Das photographisch fixierte Bild ist das Erzeugnis einer Konvexlinse resp. eines Linsensystems und ist genau so entstanden, wie ein Bild der ebenen Perspektive entstanden gedacht wird.

Die von allen Punkten des Objektes AB (s. Fig. 16) nach dem Augenpunkte 0 gehenden Strahlen werden hinter demselben durch die Bildebene geschnitten. Die Durchschnittsfigur derselben mit dem Strahlensystem ist ein verkleinertes umgekehrtes Bild ab des Objektes und die auf beiden Seiten von 0 einander gegenüberliegenden Stücke der Strahlen bilden mit den eingeschlossenen Abmessungen des Objektes resp. des Bildes ähnliche Dreiecke. Die photographische Camera ist nur das mechanische Mittel zur Fixierung des perspektivischen Bildes und giebt in der bekannten Brennweite $0m$ und den direkt leicht zu messenden Abständen am, bm .... der Bildpunkte von dem Bildmittelpunkte die Dreiecke $0ma$, $0mb$ .... und endlich darin die Winkel, welcher ein beliebiger Strahl vom Standpunkte 0 aus mit einer gegebenen Richtung macht. Die Aufnahme dieser Winkel ist aber das Mittel jeglicher Fernmessung. Die Richtung durch den Nullpunkt der Teilung am Winkelinstrument, d. h. die Orientierung, ist durch die optische Achse der Camera gegeben. Ist also deren Abweichung von einer durch die Messung bestimmten anderen Richtung bekannt, so sind auch die Richtungen nach sämtlichen abgebildeten Punkten gegeben und zwar zugleich als Horizontalwinkel und als Vertikalwinkel. In diesem letztgenannten Umstande liegt die ungeheuere Überlegenheit der photographischen Camera gegenüber allen anderen Mefsinstrumenten.

Fig. 16.



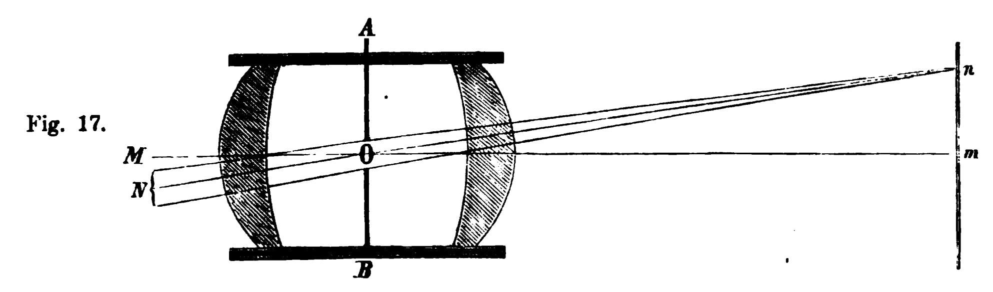
Um die photographische Camera zu einer photogrammetrischen zu machen, bedarf es selbstverständlich derjenigen Vorkehrungen, die allen Winkelmefsinstrumenten mit Ausnahme der Spiegelinstrumente gemeinschaftlich sind: sichere Horizontalstellung der optischen Achse, Drehung um eine Vertikalachse zur Aufnahme des ganzen Horizontes. Weitere notwendige Anforderungen sind: senkrechte Stellung der optischen Achse auf der Bildebene. Um die photogrammetrische Camera als selbständiges Instrument hinzustellen, fügte Herr Meydenbauer von vornherein hinzu:

[24]) Vergl. Zeitschr. f. Bauw. 1867, S. 62.

1. Die feste Bezeichnung des Horizontes und der Vertikalebene auf der Bildebene in der Art, dafs in dem mit horizontal gestellter Camera aufgenommenen Bilde beide Ebenen durch ein Fadenkreuz bezeichnet waren, genau so wie es im Gesichtsfelde des Fernrohrs zu geschehen pflegt. Bei der praktischen Ausführung bestand das Fadenkreuz früher in wirklichen Fäden, die, in sehr geringer Entfernung von der photographischen Platte ausgespannt, darauf mit zum Abdruck kamen, später in einfachen Einschnitten in den Plattenauflagern, die sich in derselben Weise abzeichneten und auf dem Bilde selbst erst zum Eintragen des Fadenkreuzes benutzt wurden. Wenn es erst gelungen sein wird, die lästige Glasplatte als Bildunterlage im photographischen Prozefs durch Papier zu ersetzen, so wird aufser dem Fadenkreuz ein ganzes Liniensystem auf eine ein für allemal in der Bildebene der Camera befestigte Glasplatte eingeritzt und die Messung auf dem Bilde in mehr als einer Beziehung erleichtert.

2. Die Brennweite ist konstant gemacht und wird für jede einzelne Camera, nachdem sie auf das Maximum der Bildschärfe für die Ferne eingestellt ist, durch Experiment und Rechnung mit aller Genauigkeit bestimmt. Man kann wohl sagen, dafs mit dieser, ebenfalls von vornherein eingeführten Einrichtung die Photogrammetrie erst lebensfähig geworden ist. Die Einrichtung ist begründet auf eine Eigentümlichkeit der sogenannten photographischen Weitwinkelinstrumente. Bekanntlich zeichnet das gewöhnliche photographische Doppelobjektiv keine mathematisch richtigen Bilder. Erst durch Abblenden der Seitenstrahlen, also auf Kosten der Lichtstärke und durch Anwendung sehr konvexer Aufsenflächen (daher Kugellinsen) ist es gelungen, das Bild innerhalb gewisser Grenzen des Bildwinkels (angeblich 110 Grad) so weit richtig zu machen, dafs die Fehler bei Messungen der niederen Geodäsie verschwindend klein werden. Das Abblenden der Seitenstrahlen geschieht durch Einschieben einer Centralblende mit verhältnismäfsig enger kreisförmiger Öffnung in die Mitte des Objektivs.

Fig. 17.



In Fig. 17 ist ein solches Objektiv dargestellt. Die Brennweite Om sei 200 mm, der Durchmesser der Öffnung bei O in der Blende AB sei 10 mm. Die von einem Punkte N kommenden Strahlen zeichnen einen Bildpunkt n. Es gelangen aber nur diejenigen Strahlen nach n, welche um den centralen Strahl NOn in Form eines Kegels gruppiert sind, dessen Basis die kleine Blendenöffnung von 10 mm, dessen Spitze in n liegt. Verbinden wir nun diese Eigenschaft der zur Photogrammetrie überhaupt nur anwendbaren Weitwinkelobjektive mit bekannten Gesetzen der konjugierten Brennpunkte, so läfst sich leicht erkennen, dafs die Feststellung der Brennweite der photogrammetrischen Camera nicht nur sehr praktisch, sondern auch mathematisch ohne Einwurf ist. Es ist $\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$ wobei f die Brennweite, a und b die Abstände der konjugierten Brennpunkte. Hat man wie vorhin $f = 200$ mm, so wird für

a		b		d	
$a = 10$	m	$b = 204$	mm	$d = 0{,}2$	mm
$a = 20$	„	$b = 202$	„	$d = 0{,}1$	„
$a = 40$	„	$b = 201$	„	$d = 0{,}05$	„
$a = 100$	„	$b = 200{,}4$	„	$d = 0{,}02$	„ .

Bleibt nun die Bildebene unabänderlich in 200 mm Entfernung vom optischen Mittelpunkt stehen, so schneidet sie den Strahlenkegel nicht in einem Punkte, sondern in einem Kreise (resp. Ellypse), dem sog. Zerstreuungskreise, dessen Durchmesser bei einer Blendenöffnung von 10 mm die in der dritten Kolumne berechneten kleinen Werte annimmt. Dieselben werden nun aber noch entsprechend reduziert, wenn die Blendenöffnung, wie schon bei Architekturaufnahmen üblich, nur 6 bis 8 mm beträgt und verlieren jede praktische Bedeutung bei Terrainaufnahmen mit nur 3 bis 4 mm Blendenöffnung. Das Bild erscheint nach wirklichen Versuchen sogar bei 10 m Abstand schon hinreichend scharf, da das Auge in einem Zerstreuungskreise von 0,2 mm Durchmesser den richtigen Mittelpunkt findet, also selbst in diesem äufsersten Falle mathematisch richtig arbeitet, soweit hier davon überhaupt gesprochen werden kann. Einstellungen des photographischen Apparates bis zu 0,1 mm dürften überhaupt auf Illusion des Photographen beruhen. Versuche mit einem Apparat von 200 mm Brennweite haben ergeben, dafs bei Architekturaufnahmen mit nur 5 m Abstand vom Objekt die Bilder allen Anforderungen an Deutlichkeit genügten. Es kommt dies daher, dafs die Details in einem Mafsstabe abgebildet werden, der die Zerstreuungskreise wieder verschwinden läfst.

Fig. 18.

Hiernach dürfte jeder Einwurf gegen die konstante Brennweite beseitigt sein. Da nun diese Brennweite bei allen mit demselben Instrumente gemachten Aufnahmen das Fundament jeder einzelnen Winkelbestimmung bildet, so leuchtet ein, dafs mit der einmaligen genauen Bestimmung dieser Brennweite nicht nur viele Arbeit erspart, sondern eine ganze Anzahl von Fehlerquellen beseitigt wird.

Mit der Horizontalstellung der in ihren Hauptteilen ganz unveränderlichen Camera ist die Arbeit des aufnehmenden Ingenieurs an Ort und Stelle beendigt. Das Weitere besorgt der photographische Prozefs. Im übrigen ist das Objektiv genau so eingesetzt und justiert, wie die Objektive der Fernrohre. Die Prüfung und Berichtigung des Instrumentes ist daher im wesentlichen mit der der Nivellierinstrumente identisch.

Es soll jetzt nachgewiesen werden, wie aus dem mit einer vorbeschriebenen Camera aufgenommenen Bilde Winkel bestimmt werden.

Es sei Fig. 18 ein photogrammetrisches Bild, hh der Horizontalfaden, vv der Vertikalfaden. Im Durchschnittspunkt m steht die optische Achse senkrecht. Es sollen die Winkel bestimmt werden, welche die Richtung von dem Standpunkte aus nach einem Punkte p gegen die Vertikalebene vv (Azimut) und den Horizont hh (Elevation) bildet. Zum besseren Verständnis ist in Fig. 19 die Bildebene im Zusammenhange mit dem optischen Mittelpunkt O perspektivisch gezeichnet. Fällt man vom Punkte p eine Senkrechte auf hh nach p_1, so bestimmt die bekannte und für jedes Instrument konstante Brennweite Om, mit dem auf dem Bilde gemessenen Stücke mp_1, das Azimut α aus dem rechtwinkligen Dreieck mop_1. Das ebenfalls gemessene Stück pp_1 giebt mit der

aus der vorhergehenden Operation bekannten Hypotenuse $O p_1$ die Elevation β aus dem rechtwinkligen Dreieck $O p p_1$. In der Ebene des Bildes (Fig. 18) erfolgen diese Bestimmungen, indem man die Brennweite $O m$ von m nach O abträgt und von p eine Senkrechte $p p_1$ auf $h h$ fällt; dann zieht man $O p_1$ und erhält dadurch das Azimut α und indem man eine Normale $p_{,,} p_{,}$ auf $O p_{,}$ in $p_{,}$ gleich $p p_{,}$ macht, erhält man in $p_{,} O p_{,,}$ die Elevation β. Die Resultate sind direkt graphisch gegeben und werden auch ähnlich wie beim Meſstischverfahren nur graphisch verwendet. Die praktische Anwendung gestaltet sich indessen erheblich einfacher, als die Herleitung.

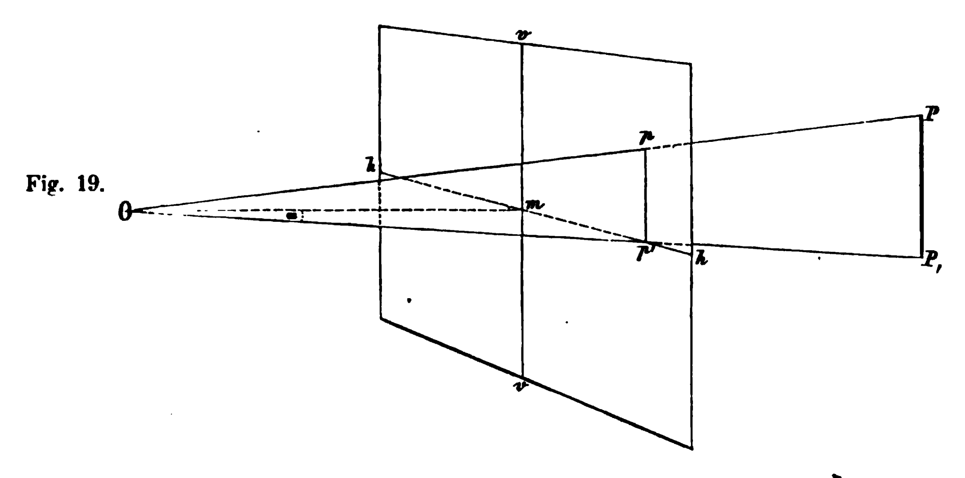


Fig. 19.

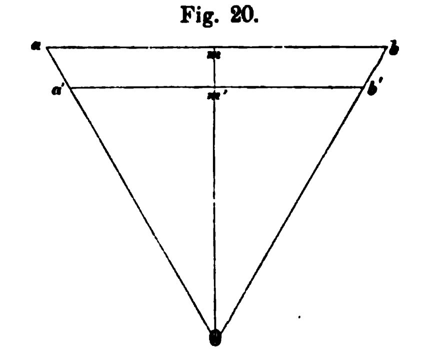
Es ist angezeigt, hier einige Bemerkungen einzuschieben über den erreichbaren Grad der Genauigkeit der Ablesung. Da die ganze Methode auf graphischer Maſsbestimmung beruht, so bildet die kleinste noch mit dem bloſsen Auge ablesbare Gröſse zugleich die Grenze der Genauigkeit. Meydenbauer nimmt dieselbe zu 0,1 mm an.

Die Brennweite kann mit viel gröſserer Schärfe bestimmt werden und zwar mit Hülfe einer Methode, wonach nicht nur die Brennweite, sondern auch die richtige Stellung des Vertikalfadens ermittelt werden kann. Durch Wiederholung gelangt man leicht dahin, den Fehler auf 0,01 mm herabzubringen. Die horizontale Montierung der Camera gestattet nämlich mit einer Anzahl von horizontal aneinander gereihten Aufnahmen den ganzen Horizont zu umfassen. Die Anzahl der hierzu erforderlichen Aufnahmen hängt von der Leistungsfähigkeit des photographischen Objektivs ab und ist von Meydenbauer zu sechs angenommen worden. Die Bilder greifen ein wenig, circa 5 mm, über das Sechseck der Horizonte über, so daſs sich die auf jenem überstehenden Rande befindlichen Gegenstände innerhalb des anschlieſsenden Bildes wiederfinden müssen. Man ermittelt nun mit Hülfe einer Lupe solche Punkte, die auf je zwei Bildern gleich weit vom Mittelfaden entfernt liegen. Trifft dieses nirgends zu, so muſs erst der Mittelfaden korrigiert werden. Hat man auf allen sechs Bildern entsprechende Gegenstände gefunden, so hat man 12 Abstände von der Mitte, die bei einem einigermaſsen richtig gebauten Instrument höchstens um 0,2 mm von einander abweichen. Je zwei der Abstände bilden die Länge eines Bildes, während bei jener Sechsteilung die Brennweite $f = \frac{l}{tang\, 30^\circ}$, wenn l die gemittelte halbe Bildlänge ist.

Andere Bestimmungen der Brennweite sind entweder nur in sehr umständlicher Weise mit Hülfe anderer Meſsinstrumente zu erzielen, oder geben, wie die Abbildung eines Stabes in bekanntem Abstande, ungenügende Resultate.

Da, zur Zeit wenigstens noch, der gewöhnliche photographische Prozefs mit trocknen Platten und Papierkopien nicht zu vermeiden ist, so sind die Veränderungen, welche letztere bei ihrer Anfertigung in hohem Grade erleiden, in Rechnung zu stellen. Dieselben sind, wenn nur vom Photographen sorgfältig gearbeitet wird, glücklicherweise ziemlich gleichmäfsig und treten meist als Zusammenziehung des Papiers auf. Da, wie schon erwähnt, die Auflager der Platte mit zum Abdruck kommen, die Entfernung der Auflager in der Camera aber wieder konstant ist, so kann man leicht aus der Verkürzung des Papiers die erforderliche Verkürzung der Brennweite berechnen resp. konstruieren.

Fig. 20.



Ist $a\,b$ (Fig. 20) die ursprüngliche Länge des Bildes in der Camera, dagegen $a'\,b'$ dieselbe auf dem Papierbilde, so hat man die Länge $a'\,b'$ nur in dem gleichseitigen Dreieck $a\,b\,0$ parallel $a\,b$ einzurichten und hat in $m'\,0$ die gesuchte Brennweite des zusammengeschrumpften Bildes. Auch diese Operation gestaltet sich in der Praxis einfacher als in der Herleitung.

Endlich mufs noch eines Umstandes erwähnt werden, der Excentricität des optischen Mittelpunktes. Um nämlich das nicht unerhebliche Gewicht der Camera möglichst gleichmäfsig auf drei Stellschrauben zu verteilen, mufs der an einer Aufsenwand liegende optische Mittelpunkt excentrisch angebracht werden. Derselbe beschreibt bei der Drehung daher einen Kreis von circa 0,20 cm Durchmesser bei mittleren Instrumenten. Streng genommen fallen die optischen Mittelpunkte der Bilder daher nicht mit dem Standpunkte zusammen, sondern liegen in einem auf einem Kreise von 0,2 cm Durchmesser in einem regelmäfsigen Sechseck gruppiert. In einem Mafsstab 1:1000 bei Terrainaufnahmen wird dieser Kreis jedoch nur 0,0002 m grofs, etwa wie ein recht feiner Nadelstich. Bei Architekturaufnahmen etwa in 1:100 erhält er 0,002 m Durchmesser und kann dann schon sehr bequem in wirklicher Gröfse aufgetragen werden. Eine Unbequemlichkeit erwächst daraus kaum, wohl aber ist die Handlichkeit und Umwandelbarkeit des Instrumentes dadurch wesentlich gesteigert. Das Auftragen eines Planes aus photogrammetrisch hergestellten Bildern gestaltet sich nun ganz in derselben Weise wie beim Mefstisch. Die vorkommenden Arbeiten sind folgende:

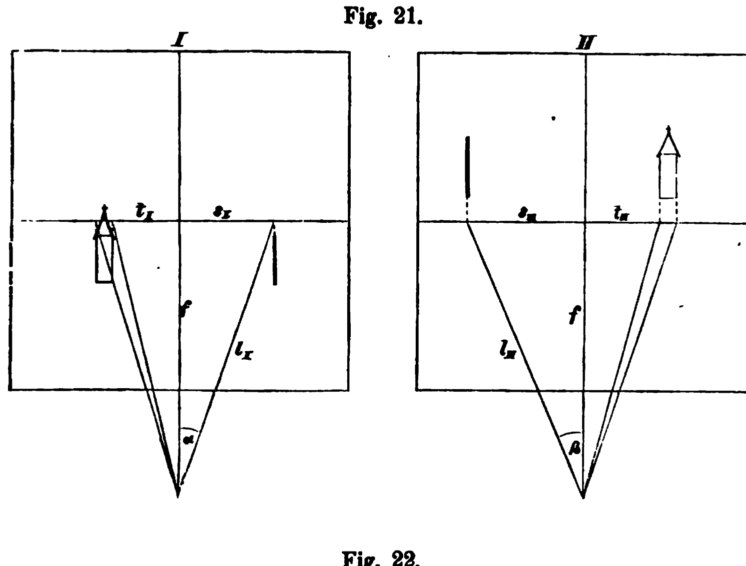
1. Orientierung der Bilder.

Es sei der einfachste Fall angenommen, dafs das von den Endpunkten einer gemessenen Standlinie aufzunehmende Terrain in Bildern gegeben sei. Bei der Aufnahme auf jedem der Standpunkte mufs das andere Ende der Standpunkte durch ein gut sichtbares Signal, einen Piquetstab, oder eine Fahne bezeichnet sein. Es seien in I und II Fig. 21 die Bilder dieses Signals in dem kurzen starken Strich gegeben, und damit nach der bekannten Herleitung die Horizontalwinkel, welche die optische Achse des Instrumentes bei der Aufnahme mit der Standlinie gemacht hat.

Diese Winkel sind durchaus zufällige. Man hat bei der Aufnahme nur darauf zu sehen, dafs das Signal überhaupt noch auf ein Bild kommt, auch wenn nicht der ganze Horizont zur Aufnahme gelangt.

Man beginnt nun das Auftragen des Planes mit der Zeichnung der Standlinie I und II Fig. 22 in dem gegebenen Mafsstabe und trägt von den Endpunkten die Winkel α und β in dem Sinne an, wie er sich aus den beiden Bildern ergiebt. So liegt die optische Achse in I links, in II rechts von der Standlinie.

Fig. 21.



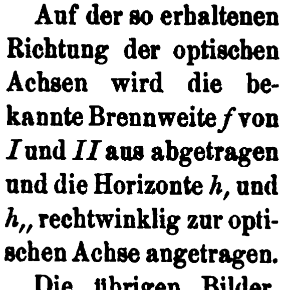
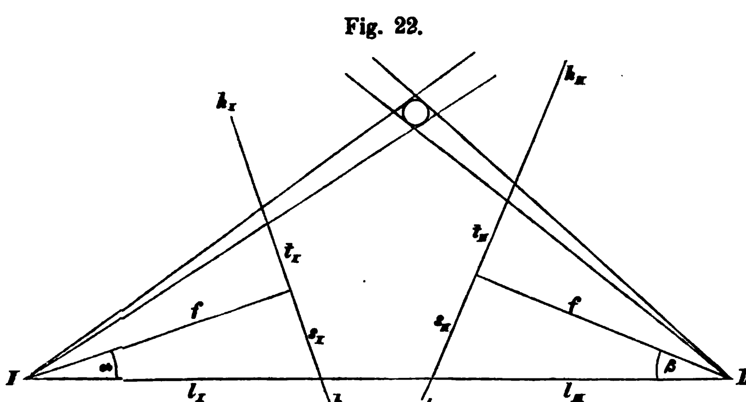


Fig. 22.



Auf der so erhaltenen Richtung der optischen Achsen wird die bekannte Brennweite f von I und II aus abgetragen und die Horizonte $h_,$ und $h_{,,}$ rechtwinklig zur optischen Achse angetragen.

Die übrigen Bilder, auf denen eine besondere Orientierung nicht gegeben, sind von selbst orientiert, sobald ein einziges im Sechseck der Horizonte, wie vorstehend, orientiert ist. Der Vorteil der Sechsteilung tritt nunmehr deutlich hervor.

Die ganze Orientierung ist übrigens in wenigen Minuten ausgeführt, wenn man erwägt, dafs es sich nur um das Auftragen rechtwinkliger Dreiecke handelt, in denen die Seiten f, t und s bekannt sind. Die Brennweite f wird in mehrfach erwähnter Weise am Bilde von m abwärts abgetragen und gibt mit der Projektion der Bildpunkte auf den Horizont die Katheten s und t.

2. Auftragen der Horizontalprojektion.

Vermittels der in vorstehender Weise ermittelten Horizonte wird die Horizontalprojektion jedes beliebigen Objektes, welches auf zwei Bildern zugleich gegeben ist, durch Vorwärtsabschneiden gefunden, z. B. der in I und II, Fig. 21, angedeutete runde Turm. Die Abstände der beiden Seitenlinien des Turmes von dem Vertikalfaden $t_,$ und $t_{,,}$ werden von den Bildern Fig. 21 in Fig. 22 von $m_,$ und $m_{,,}$ entsprechend auf den Horizonten abgetragen. Durch die so ermittelten Punkte werden von I und II aus Fluchtlinien gezogen. Dieselben umschreiben ein Viereck, in welchem die Situation und der Grundrifs des Turmes als eingeschriebener Kreis gefunden wird. Man erkennt mit Leichtigkeit, dafs das photogrammetrische Auftragen mit der Arbeit auf dem Mefstisch fast identisch ist, und kann hiernach schon die Vorzüge und Nachteile desselben beurteilen. Die Aufzeichnung bietet noch einige praktische Vereinfachungen, deren Aufzählung hier zu weit führen würde. Nur sei noch einer Einrichtung erwähnt, die den immerhin teuren Aufwand der photographischen Bilder auf das Notwendige beschränkt. Es liegt die Aufgabe nämlich durchaus nicht immer so, dafs die Standlinie innerhalb

des aufzunehmenden Terrainabschnittes fällt. Die Orientierung der Bilder mufs dann nach einem aufserhalb der Standlinie befindlichen Objekte erfolgen, dessen Lage in der Horizontalprojektion zu der Standlinie bekannt sein mufs. Zu diesem Zwecke trägt das Instrument des Herrn Meydenbauer eine ebene Scheibe, die nach Beseitigung der Camera eine Mefstischplatte vorstellt. Auf derselben wird ein Blatt Papier befestigt und eine kleine Kippregel aufgesetzt. Mit diesen Hülfen ist man im stande, ohne die einmal bewirkte Horizontalstellung des Instruments zu ändern, diejenigen Horizontalwinkel graphisch aufzunehmen, welche man zum Anschneiden beliebiger Richtobjekte aufserhalb der Standlinie bedarf.

Für Reiseinstrumente empfiehlt es sich vielleicht, den Untersatz des Instruments mit einem Winkelinstrument zu kombinieren. Es ist jedoch fraglich, ob aus einer solchen Verbindung eines rein graphischen Instruments mit einem Winkelinstrument grofser praktischer Vorteil erwächst.

Dagegen gibt die Vereinigung der photogrammetrischen Camera mit der Boussole, die auch konstruktiv einfach ist, Aussicht auf wirkliche Vorteile.

3. Höhenbestimmung.

Sobald die Horizontalprojektion eines Objekts gegeben ist, findet man die relative Höhe desselben gegen den Horizont eines Bildes aus der einfachen Beziehung die sich aus Fig. 19 ergibt. Es sei daselbst $PP_,$ zu bestimmen. Bekannt ist $0P_,$ aus der bereits aufgenommenen Horizontalprojektion, ebenso $0p_,$, und $pp_,$ wird auf dem Bilde direkt gemessen. Man erhält $PP_, : pp_, = 0P_, : 0p_,$, daraus $PP_, = \frac{0P_, \times pp_,}{0p_,}$, wobei aufserdem der Mafsstab der Zeichnung zu berücksichtigen ist. Die Übertragung dieser Herleitung auf die Fig. 22 wird keine Schwierigkeit machen. Für die praktische Ausführung ist Folgendes zu bemerken:

Die Messung auf dem Bilde macht sich am einfachsten und zu den meisten Zwecken hinreichend genau durch Anlegung eines kleinen in Millimeter durchgeteilten Elfenbeinmafsstabes. Nach einiger Übung wird man 0,1 mm ganz direkt ablesen.

Die Berechnung des einfachen Exempels erfolgt mit dem Rechenschieber.

Die Resultate finden sich mit überraschender Schnelligkeit, wenn man folgendes Verfahren einschlägt. Eine ganze Reihe von Objekten wird auf dem Bilde und auf der fertigen Horizontalprojektion mit fortlaufenden gleichlautenden Zahlen bezeichnet. Darauf diktiert ein Arbeiter dem anderen die Abmessungen $0P_,$, $pp_,$ und $0p_,$, ein anderer schreibt die diktierten Zahlen rubrikenweise untereinander. Sodann nimmt der Eine den Rechenschieber, läfst sich von dem Andern die zusammengehörigen Zahlen vorsagen und diktiert letzterem die Resultate.

Die Schwierigkeit des Auffindens zusammengehöriger Punkte auf je zwei Bildern ist allerdings vorhanden. Wo solche Punkte nicht zu finden sind, ist eben Photogrammetrie nicht anwendbar. Es steht indessen gar nichts im Wege, kenntliche Signale vorher aufzustellen, was bekanntlich bei jeder andern Methode ebenfalls geschieht.

Dagegen besitzt die Photogrammetrie ein Hülfsmittel, welches in Bezug auf die Identität der Punkte jeden Irrtum auszuschliefsen gestattet. Da nämlich jeder Punkt zur Festlegung in der Horizontalprojektion zweimal angeschnitten werden mufs, so sind auch zwei Höhenbestimmungen möglich. Ist nun die relative Höhe der Horizonte der zwei Bilder bekannt, so mufs die absolute Höhe des zweifelhaften Punktes, auf einen gemeinschaftlichen Fufspunkt bezogen, in beiden Rechnungen dieselbe sein.

Die Einzeichnung der Horizontalkurven in den mit einer hinreichenden Anzahl von Höhepunkten versehenen Plan geschieht in der oben geschilderten Weise. Dieselbe wird nun sehr wesentlich erleichtert durch vergleichende Ansicht der Terrainbilder von den verschiedenen Standpunkten aus. Es ist, als wenn man sich durch den bloſsen Wechsel der Bilder augenblicklich persönlich an die verschiedenen Standpunkte zurückbegeben und zweifelhafte Punkte an Ort und Stelle aufklären könnte.

Die Leistungsfähigkeit der Photogrammetrie geht über den Bereich der bisher an die niedere Geodäsie gestellten Aufgaben weit hinaus. Diese kühne Behauptung möge durch folgende Andeutung unterstützt werden.

Es seien von einer wissenschaftlichen Expedition photogrammetrische Aufnahmen eines Reiseweges eingesandt worden unter Beifügung der erforderlichen Angaben zur Orientierung der Bilder. Auf denselben sei eine entfernte Bergkette in zwei oder mehreren Ansichten gegeben, auf welchen, wegen der groſsen Entfernung, die Erhebungen sich nur in Umrissen darstellen. Es ist möglich aus diesen Umrissen die Bergkette annähernd in Horizontalkurven darzustellen.

Es werde zu diesem Zwecke die in mehreren Bildern leicht aufzufindende Bergspitze A (Fig. 23) in Horizontalprojektion festgelegt und die Höhe derselben über dem Horizont in jedem einzelnen Bilde ermittelt. Diese Höhe wird unter Berücksichtigung der verschiedenen Horizonthöhen in eine bestimmte Anzahl Schichten geteilt, indem man auf jedem Bilde die Höhe von A über dem Horizont in die berechneten Schichten einteilt und durch die Teilpunkte horizontale Linien zieht. Die Schnittpunkte dieser Linien mit der Umriſslinie des Berges sind die Tangentenpunkte für die Fluchtlinien, welche von dem Standpunkte des Bildes an die betreffende Schichtenkurve gezogen werden. Allerdings liegen die Fluchtlinien nicht mit der Schichtenkurve in derselben Ebene. Der Fehler ist aber, wie leicht zu übersehen, bei groſsen Entfernungen nicht erheblich und im Verhältnis zum Zweck der Ausgabe sogar unwesentlich.

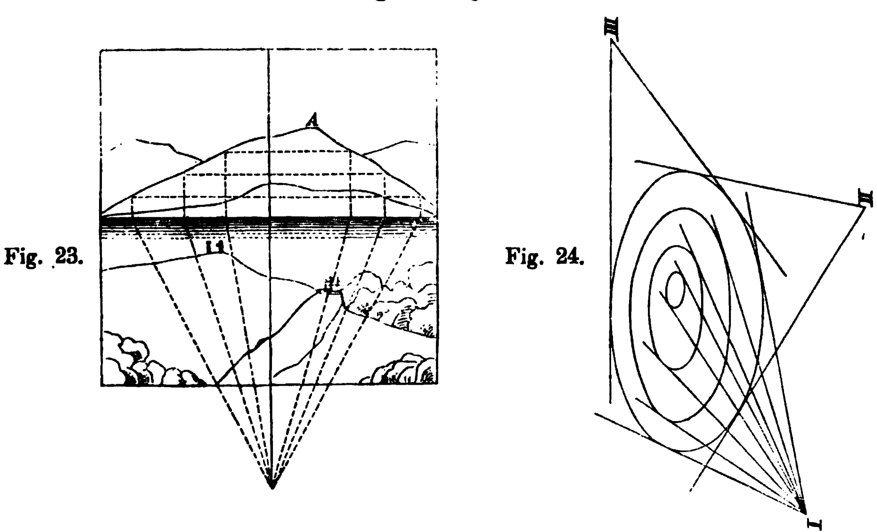


Fig. 23. Fig. 24.

Das Resultat solcher Tangenten-Umschreibung der Schichtenkurven von mehreren Standpunkten aus wird sich etwa in Fig. 24 darstellen. Von den Standpunkten *I*, *II*, *III* geht je ein Strahlenbündel aus (von *I* aus für alle Schichtkurven, von *II* und *III* aus nur für die äuſserste gezeichnet), deren Gesamtheit die Schichtenkurven mehr oder

weniger genau umschreibt, jedenfalls genauer als irgend eine andere Methode, die noch im Bereich einer wissenschaftlichen Expedition liegt.

Der Umstand, dafs solche Resultate ohne direkte Beihülfe der Mitglieder der Expedition zu Hause mit aller Ruhe gewonnen werden können, stellt die Photogrammetrie schon jetzt als notwendiges Hülfsmittel aller wissenschaftlichen Expeditionen in den Vordergrund. Die generellen, zum Teil sogar die speciellen Vorarbeiten für Gebirgsbahnen an Orten, wo noch jegliche Grundlage zur Höhenmessung und Situationszeichnung fehlt, werden den heutigen Anforderungen an Zuverlässigkeit, Schnelligkeit und Billigkeit kaum noch ohne Photogrammetrie genügen können.

§ 10. Aufsuchen von Linien in Horizontal-Kurvenplänen und Anfertigen der Längenprofile. Beim Aufsuchen der günstigsten Linien in den Horizontal-Kurvenplänen geht man von denjenigen Punkten aus, welche für die Höhe und Richtung der Bahn bestimmend sind. Solche Punkte sind in jeder Bahntrace durch örtliche Verhältnisse, auch wohl durch die Lage der Hauptbahnhöfe gegeben.

Man nimmt nun eine Länge, welche einer Höhe von 1 bis 2 m bei der zulässigen Maximalsteigung entspricht, zwischen den Zirkel und trägt diese Länge von einem als festliegend anzusehenden Punkte durch Umschlagen des Zirkels in gebrochener Linie im Plane auf, indem man mit dieser der allgemeinen Bahnrichtung in geraden Linien und ungefähr in den zulässigen Kurven folgt. Die einzelnen Zirkelstiche werden markiert und die Planums-Ordinate, welche man an diesen Stellen bei der angenommenen Steigung haben würde, daneben geschrieben. Da, wo ein Bahnhof erforderlich ist, mufs eine demselben entsprechende Länge im Plane abgesetzt werden und wird erst von dem bestimmten Endpunkte desselben in der angegebenen Weise mit dem Zirkel weiter gearbeitet.

Man sucht nun in Senkrechten gegen die durch Verbindung der Zirkelstiche gebildete Linie für jeden einzelnen Zirkelpunkt die der Planumshöhe desselben nach den Horizontalkurven entsprechende Terrainhöhe auf und verbindet die gefundenen Terrainpunkte durch eine punktierte Linie.

Diese so gewonnene Linie wird die Null- oder Leitlinie genannt. Wenn man derselben mit der Bahnlinie folgen könnte, würden die absolut geringsten Erdarbeiten notwendig sein, welche sich nur auf die Herstellung der Breite des Bahnkörpers beschränken würden. Auf Taf. I ist dieselbe rot punktiert gezeichnet.

In einigermafsen coupiertem Terrain wird die Leitlinie indes so scharf gewunden sein, dafs man ihr mit den Bögen der zulässigen Minimalradien nicht mehr folgen kann, und sucht man nun eine Linie im Plane auf, welche in ihren Richtungs-Verhältnissen dem vorgeschriebenen Programme entspricht und der mit alleiniger Rücksicht auf die vorgeschriebenen Steigungs-Verhältnisse konstruierten Leitlinie möglichst nahe kommt.

Man benutzt hierzu verschiedene auf Pauspapier gezeichnete Kreisbögen mit zulässigen Radien und als gerade Linie einen angespannten schwarzen Faden, indem man Kreisbögen und gerade Linien auf dem Plane derartig zusammenpafst, dafs die durch sie gebildete Linie der oben gestellten Bedingung entspricht, worauf diese Linie auf dem Plane markiert und mit Blei eingezeichnet wird.

Die Leitlinie erleichtert das Aufsuchen der Bahnlinie in der Situation wesentlich, da durch die Schnittpunkte beider Linien die Längen und Höhen der zwischen ihnen liegenden Auf- und Abträge leicht zu erkennen sind und hierdurch ein guter Anhalt für etwa wünschenswert erscheinende Verschiebungen gegeben ist.

Die so gewonnene Bahnlinie wird dann in Stationen von 100 m Länge mit

Zwischenstationen von 50 m Länge im Plane eingeteilt und ein Längenprofil von derselben angefertigt.

Letzteres wird verzerrt dargestellt und zwar trägt man die Längen im Mafsstabe der Situation von 1:10000, die Höhen 20mal gröfser, im Mafsstabe von 1:500 auf.

Man benutzt hierbei zweckmäfsig wieder quadriertes Papier. Am schnellsten geschieht das Zeichnen des Längenprofils von 2 Ingenieuren, von denen der eine Längen und Höhen aus der Situation diktiert, und der andere die entsprechenden Punkte auf dem quadrierten Papiere markiert. Die Terrainlinie wird dann durch Verbindung der einzelnen Punkte dargestellt und um sie hervortreten zu lassen mit einem breiten Farbenstriche unterfahren.

In dieses Terrainprofil wird nun nach den zulässigen Steigungen eine Gradiente eingetragen, welche die Terrainlinie derartig schneidet, dafs die Aufträge und Abträge möglichst gleich werden, wobei wieder ein angespannter schwarzer Faden gute Dienste leistet. Erfahrene Ingenieure werden den Massenausgleich meistens genügend genau schätzen und dementsprechend die günstigste Gradiente in einem Profile direkt festlegen können, während Anfänger gut thun, die Auf- und Abtragsmassen für eine versuchte Gradiente nach den in § 13 gegebenen Methoden zu berechnen und danach event. die gewählte Gradiente zu korrigieren.

Man sucht nun an der Hand dieses Längenprofils die Linie durch Verschieben zu verbessern und namentlich die Erdarbeiten zu verringern. Für jede veränderte Lage der Linie konstruiert man neue Längenprofile, vergleicht diese mit den ursprünglichen und versucht so lange Änderungen und Verschiebungen der Linie, bis man die zweckmäfsigste Lage derselben in der gewählten allgemeinen Richtung gefunden hat.

Selbstverständlich sind dabei nicht allein die Erdarbeiten mafsgebend, es ist auch auf die erforderlichen Nebenanlagen, Brücken, Wegeverlegungen etc. Bedacht zu nehmen und müssen alle in § 4 und 5 gegebenen Bestimmungen und allgemeinen Regeln, sowie die in § 6 für die Bahn aufgestellten Tracierungselemente in genügender Weise berücksichtigt werden. Im allgemeinen bleibt allerdings der Einflufs der letztern für die einzelnen Verschiebungen der Linie, wenn diese innerhalb der allgemeinen Richtung derselben bleiben, ziemlich konstant, und genügt für geübtere Ingenieure blofse Schätzung; wenn die Verschiebungen der Linie aber gröfsere Dimensionen annehmen, werden auch für erfahrene Ingenieure hier schon vergleichende Rechnungen notwendig, um in der allgemeinen Richtung der Linie mit Sicherheit die günstigste Lage derselben zu bestimmen.

Nach der im folgenden Paragraphen gegebenen Anweisung werden für die Linie weiter die erforderlichen Bauwerke und Anlagen für die berührten resp. durchschnittenen Wasserläufe und Wege bestimmt, diese in das Längenprofil der ermittelten Linie eingezeichnet und damit dasselbe vervollständigt. Auf Taf. II ist ein vollständiges Längenprofil als Muster in einer Darstellung gegeben, wie solche zur Vorlage für das preufsische Ministerium verlangt wird. Wir bemerken zu der Bezeichnung der Steigungen in demselben, dafs die sonst üblichen in Klammern beigefügt sind.

Es ist dieses Längenprofil vorschriftsmäfsig über der Situation auf ein Blatt zu zeichnen, was hier der beschränkten Blatthöhe halber nicht möglich war.

§ 11. Vergleichung verschiedener Linien unter einander. In gleicher Weise werden andere in Frage kommende Richtungen für die Bahn untersucht und bearbeitet.

Zur Vergleichung derselben sind unter allen Umständen Rechnungen auszuführen, da sich der Einflufs aller in Betracht kommenden Verhältnisse in dem Gesamtresultate sonst nie mit Sicherheit übersehen und schätzen läfst.

Gilt dabei für alle die verschiedenen Linien ein und dasselbe Programm, so beschränkt sich der Vergleich meistens auf die Ermittelung der Baukosten derselben, für welche wir in § 13 die erforderliche Anleitung geben.

In vielen Fällen wird indes für einzelne Richtungen die Aufstellung besonderer Programme notwendig, und sind dann aufser den Baukosten der verschiedenen Linien auch deren Betriebskosten festzustellen, zu kapitalisieren und mit den ersteren zusammen für die verschiedenen Linien untereinander zu vergleichen. Die Ermittelung der Betriebskosten hat nach Kap. II des vorliegenden Handbuches zu geschehen, auf welches wir verweisen.

Nach dem Ergebnisse dieser Rechnungen ist die Wahl der einen oder anderen Linie zu treffen und wird man bei gewissenhafter Durchführung der beschriebenen Arbeiten sich überzeugt halten können, dafs man eine bauwürdige Linie gefunden hat.

§ 12. Bearbeitung der Nebenanlagen. Die weitere Bearbeitung des Projektes besteht in der Ermittelung der für dasselbe erforderlichen Anlagen und Kunstbauten

1. für die berührten resp. durchschnittenen Wege und
2. für die berührten resp. durchschnittenen Wasserläufe,

die allerdings zum Teil, soweit diese Anlagen von Einflufs auf die im vorigen Paragraphen behandelte Feststellung der Linie sind, bereits gleichzeitig mit dieser geschehen müssen.

1. Anlagen und Bauwerke zur Aufrechterhaltung der Kommunikationen.

Die Anlagen und Bauwerke, welche dazu dienen, die weitere Benutzung der durch die Bahnlinie berührten oder durchschnittenen Wege zu ermöglichen, sind vierfacher Art und zwar:

a. Parallelwege und Wegeverlegungen;
b. Wegeübergänge, d. h. Überführungen der Wege über die Bahn in der Höhe der Schienenoberkante;
c. Unterführungen (Wegebrücken), d. h. Bauwerke, welche die geschnittenen Wege unter der Bahn fortführen und
d. Wegeüberführungen, d. h. Bauwerke, welche die betr. Wege über die Bahn wegführen.

Die unter a. aufgeführten Anlagen kommen meistens in Verbindung mit einer der übrigen vor und haben einesteils den Zweck, die von dem bisherigen Bewirtschaftungswege abgeschnittenen Ländereien wieder einzeln zugänglich zu machen, andernteils Übergänge, Unter- oder Überführungen zu ersparen, indem durch Parallelwege oder Wegeverlegungen mehrere von der Bahnlinie geschnittene Wege zu einem vereinigt und gemeinschaftlich über oder unter den Bahnkörper hinweg geführt werden.

Für die Projektierung dieser Parallelwege, wie auch der übrigen oben aufgeführten Anlagen, ist die genauere Kenntnis der Bedeutung und der Art der Benutzung der in Frage kommenden Wege erforderlich, um zunächst beurteilen zu können, welche Wege direkt zu über- resp. unterführen sind oder welche eine Umleitung gestatten.

Im allgemeinen werden Chausseen, Landstrafsen, Kommunalwege und wichtigere Feldwege (Koppelwege) direkt überführt oder doch nur wenig, meistens zum Zwecke der rechtwinkligen Bahnkreuzung oder zur Erzielung günstiger Steigungsverhältnisse für die Zufahrtsrampen verlegt, unbedeutendere Feldwege (die gewöhnlichen Bestellungswege) und Triften indes, wo es irgend angeht, durch Parallelwege aufgenommen und durch diese den Hauptübergängen zugeführt. Die Länge dieser Parallelwege ergibt sich aus

der Situation von selbst, die Breite bestimmt sich nach derjenigen der von denselben aufzunehmenden Wege, wobei bei mehreren der breiteste mafsgebend ist.

Die für durchschnittene Ländereien erforderlichen Parallelwege ergeben sich aus den Wirtschaftsverhältnissen der betreffenden Grundstücke, von welchen daher der tracierende Ingenieur sich in Bezug auf die Wegeberechtigungen der einzelnen Grundstücke Kenntnis zu verschaffen hat.

Man gibt diesen Parallelwegen je nach der Länge und der Bedeutung derselben und den örtlichen Verhältnissen eine Breite von 3 bis 5 m.

b. Wegeübergänge im Niveau der Bahn sucht man für Hauptbahnen und frequente Wege möglichst zu vermeiden, was allerdings in ebenen Gegenden zuweilen nur mit grofsen Geldopfern zu erreichen ist und daher auch nicht überall durchgeführt werden kann.[25])

Wo Niveauübergänge wegen der obwaltenden Verhältnisse erforderlich werden, gibt man denselben eine den Wegen entsprechende Breite und Überfahrtsrampen mit Steigungen, welche den in der Nähe liegenden Steigungen des zu verlegenden Weges entsprechen; in ganz flachen Gegenden wird für gewöhnliche Feldwege in der Regel 3 bis 4 °/₀, für Hauptwege, Chausseen und Landstrafsen 2 bis 3 °/₀ verlangt.

Bei der Projektierung dieser Anlagen ist dann noch zufolge der Vereinsbestimmungen zu berücksichtigen, dafs es nicht erwünscht ist, den Winkel zwischen Bahn und Weg kleiner als 30° zu machen; auch soll unmittelbar vor der Barrière im Wege eine Horizontale von der Länge des Fuhrwerks samt Bespannung angelegt werden.

Der Minimalradius für Chausseen beträgt 30 bis 50 m, für Land- oder Kommunalwege 15 bis 25 m, für Feld- und Wirtschaftswege 6 bis 10 m und für Waldwege, auf welchen Langholz abzuführen ist, nicht unter 30 m.

c. Bei Wegeunterführungen kann man meistens die zu unterführenden Wege in ihrer Breite um den Betrag der Banquets oder bis auf die eigentliche Fahrbahn einschränken. Es ist auch hierfür allein die Bedeutung des Weges mafsgebend. Bei Fahrwegen variieren die Breiten der Unterführungen zwischen 3 und 8 m.

In Preufsen ist durch Verfügung des Ministeriums vom 27. Dezember 1873 die Minimalbreite der Wege-Unter- und -Überführungen auf 4,5 m festgesetzt.

In Städten oder in der Nähe derselben, wo die Banquets frequente Fufswege sind, müssen auch diese in voller Breite unterführt werden.

Die Höhe der Unterführungen richtet sich nach der Höhe der beladenen Wagen, in der Regel ist dieselbe für Wirtschaftswege zu 2,3 bis 3,7 m, für öffentliche Wege zu 3,7 bis 4,5 m und für Landstrafsen zu 4,5 m anzunehmen, wobei wir bemerken, dafs diese Mafse nur für gerade Träger gelten; bei Gewölben ist im Scheitel 0,5 m zuzuschlagen.

d. Für die Wegeüberführungen gilt in Bezug auf ihre Breite das ad c. Gesagte. Was die Höhe derselben anbetrifft, so ist diese wesentlich von dem Terrain abhängig, sie ist aber nach unten durch das Normalprofil des lichten Raumes für Eisenbahnen begrenzt, nach welchem die freie Höhe über der Schienenoberkante wenigstens 4,8 m betragen mufs.

[25]) In England sind fast durchweg alle Niveauübergänge vermieden und werden in neuerer Zeit auch bei uns in Deutschland in einzelnen besonders frequenten Gegenden, wie in den Industriedistrikten Westfalens nur ausnahmsweise gestattet.



2. Anlagen und Bauwerke, welche die Durchschneidung von Wasserläufen notwendig machen.

Ähnlich wie bei den Wegen werden auch für die geschnittenen Wasserläufe häufig Verlegungen und Parallelführungen ausgeführt, um mehrere kleine Wasserläufe vereinigt durch den Bahnkörper zu führen, oder auch um eine mehrmalige Überbrückung eines mehrfach gekreuzten Wasserlaufes zu vermeiden. Fast immer ist das für Gräben in flachem Terrain, welche nur Tagewasser oder geringes Quellwasser abführen, zulässig, wenn der erforderliche Abflufs dadurch nicht verschlechtert oder das betreffende Wasser unterhalb der Bahn nicht zu Berieselungen oder sonstigen Zwecken verwandt wird. Bei regulären Bächen und Flüssen, deren Verhältnisse überhaupt eine Verlegung gestatten, können meistens nur vergleichende Berechnungen die Wahl zwischen einer Umleitung oder direkten Durchführung derselben entscheiden.

Es erfordert indes diese Art von Ermittelungen schon speciellere Studien, als im allgemeinen für generelle Vorarbeiten erforderlich sind und genügt es für diese nach Schätzung das eine oder andere anzunehmen, indem die eingehenderen Arbeiten dieser Art den speciellen Vorarbeiten für die einzelnen Bauwerke und Anlagen überlassen bleiben.

Was nun die Kanäle und Brücken anlangt, welche für durch den Bahnkörper zu leitende Wasserläufe erforderlich werden, so bieten in den meisten Fällen, wenigstens bei gröfseren Wasserläufen, bereits in Wegen vorhandene Durchlässe und Brücken zur Ermittelung der erforderlichen Durchflufsweite den nötigen Anhalt.

Es sind daher während der Feldarbeiten von den tracierenden Ingenieuren die oberhalb und unterhalb der Bahnlinie in den verschiedenen Wegen liegenden Durchlässe und Brücken aufzunehmen und Erkundigungen über die bei Hochwasser an denselben gemachten Beobachtungen und Erfahrungen einzuziehen, welche Ermittelungen bei ausreichender Berücksichtigung der mehr stromauf oder stromab befindlichen Lage der betreffenden Bahnlinie fast immer für die Bestimmung der für die fraglichen Durchlässe und Brücken in dem Bahnkörper erforderlichen Lichtweiten und Höhen ausreichen.

Bei gröfseren Flüssen und Strömen ist schon bei den generellen Vorarbeiten ein immerhin eingehendes Studium und speciellere Bearbeitung erforderlich. Die Lage der hier notwendig werdenden Brücken gegen den Strom, die Mehr- oder Minderkosten des einen oder anderen Stromüberganges pflegen die Richtung und Lage der Bahnanlage auf weite Strecken vorwiegend, wenn nicht allein zu bestimmen. Es ist für diese notwendig, alle auf den Flufs bezügliche Verhältnisse genau zu erkunden und namentlich den höchsten Wasserstand und die bei diesem abgeführten Wassermengen an der Stelle des Bahnüberganges zu ermitteln.

In solchen Fällen, wo keine älteren Durchlässe oder Brücken in der Nähe des Bahnüberganges vorhanden, welche einen genügenden Anhalt für die Feststellung des erforderlichen Bauwerkes bieten könnten, sind Erhebungen anderer Art notwendig, welche geeignet sind, mit einiger Sicherheit das Erfordernis festzustellen.

Eine theoretische Ermittelung der bei den höchsten Wasserständen durch den Bach oder Flufs an der fraglichen Stelle abgeführten Wassermengen nach den Regeln der Hydraulik ist fast niemals auszuführen, weil an Orten, wo überhaupt solche Ermittelungen notwendig werden, sehr selten die für die Berechnung notwendigen Daten, insbesondere zuverlässige Beobachtungen früherer Hochwasser[26]) zu erhalten sind.

---

[26]) Formeln, nach welchen man die Wassermengen eines Flusses berechnen kann, sind von Hagen, Rühlmann, Weisbach, Eytelwein, Grebenau, (Humphreys u. Abbot), Bornemann, Bazin u. A. gegeben. Siehe v. Kaven's. Wegebau. Hannover, 1870; ferner Civ.-Ing. 1866, S. 135 u. 391; insbesondere aber Handb. d. Ing.-Wissenschaften. Bd. III, Kap. V.

Man mufs sich daher auf solche Ermittelungen beschränken, welche weniger genaue Beobachtungen voraussetzen und die doch Resultate ergeben, nach welchen die erforderliche Durchflufsöffnung für die zu bauende Brücke mit genügender Sicherheit festgestellt werden kann.

Ein solches Verfahren besteht in der Ermittelung des kleinsten Hochwasserprofils des Flusses (Hochwasserstromengen) möglichst in der Nähe der Bahnlinie. Fast überall findet sich ein engstes Flufsprofil, für welches auch der höchste Wasserstand wenigstens annähernd zu ermitteln ist, und welches einen Anhalt für die Bestimmung der nötigen Durchflufsöffnung gibt.

Nach dem Verhalten des Hochwassers in diesem engsten Profil, nach der Tiefe des eigentlichen Flufsbettes in demselben in Vergleich zu anderen, in der Nähe aufgenommenen Hochwasserprofilen des Flusses, nach etwaigen Spuren des Hochwassers an den Ufern und auf dem Vorlande läfst sich ein Schlufs ziehen auf die Geschwindigkeit des Hochwassers und auf das wirkliche Bedürfnis an Hochwasserprofil. Zur Kontrole empfiehlt es sich, weiter oberhalb oder unterhalb im Flufslaufe solche Profilmessungen zu wiederholen, um die so gewonnenen Resultate mit Rücksicht auf die zwischen diesen Stellen liegenden seitlichen Zuflüsse unter einander vergleichen zu können.

Einen weiteren Anhalt für die Ermittelung der den Flufs bei den höchsten Wasserständen passierenden Wassermengen und des erforderlichen Profils giebt die Gröfse des zu dem Flusse gehörigen Niederschlagsgebiets, welche aus gröfseren Karten mit ausreichender Genauigkeit zu bestimmen ist.

Franzius giebt in nachstehender, aus dem deutschen Bauhandbuche (Berlin 1874) entnommenen Tabelle die der Berechnung für Nieder- und Hochwassermengen per Quadratmeile in den verschiedenen Gegenden Deutschlands zu Grunde zu legenden Werte:

Tabelle XXII.

Deutsche Flüsse führen pro Sekunde und pro Quadratmeile Zuflufsgebiet.	Bei kleinstem Wasser cbm	Bei gröfstem Wasser cbm	Verhältnis beider rot.	Bemerkungen.
Nahe bei den Quellen in gebirgiger Gegend (nicht Gletscher)	0,12—0,22	20—23	1 : 150	Grofser Niederschlag, rascher und voller Abflufs.
In bergiger oder steiler hügeliger Gegend	0,12	10—13	1 : 90	Mäfsiger Niederschlag, rascher Abflufs.
In nicht steiler hügeliger Gegend . .	0,1	6,5—10	1 : 75	Mäfsiger Niederschlag, langsamer, unvollkommener Abflufs.
In flacher Gegend	0,09	3,3—6,5	1 : 50	Kleiner Niederschlag, wie vorhin.
In flacher sandiger oder mooriger Gegend	0,065-0,08	2—3,3	1 : 35	Kleiner Niederschlag, gröfstenteils absorbiert.

Nimmt man nun für die so ermittelte gröfste Wassermenge eine beim Passieren der Brücke zulässige durchschnittliche Geschwindigkeit des Hochwassers an, welche nach dem Gefälle und dem zulässigen Stau, sowie nach der Beschaffenheit und Widerstandsfähigkeit des Flufsbettes zwischen 1,2 m (bei losem Sande u. s. w.) bis in maximo 4,5 m (bei festem Felsen) per Sekunde zu wählen ist, dann ergibt sich das für die Breite erforderliche Durchflufsprofil.

Das für den Übergang des Wasserlaufes zu projektierende Bauwerk ist nun so anzuordnen, dafs das auf die eine oder andere Weise ermittelte Durchflufsprofil für den höchsten Wasserstand, welcher durch die vorgehenden Ermittelungen bekannt, in demselben vorhanden und bei gröfseren Brücken derartig unter mehreren Öffnungen verteilt ist, dafs die Herstellungskosten ein Minimum betragen, soweit nicht durch besondere

Verhältnisse wie Schiffahrt, Flöfserei u. s. w. die Minimalweiten der Brücke bereits gegeben resp. durch die Landesregierung festgesetzt sind.

Bei Überschreitung grofser Ströme bedingen diese Rücksichten eine durchaus verschiedene Gestaltung der eigentlichen Strombrücke und der Flutbrücken, d. h. jenes Teiles der Überbrückung, welcher nur für das Hochwasser erforderlich ist und je nach den örtlichen Verhältnissen oft auf dem Vorlande ganz getrennt von der Strombrücke anzulegen ist, wenn etwa in einem alten verlassenen Strombette ein gesonderter Flutstrom des Hochwassers sich bildet.

Im allgemeinen mufs die Brücke stets da projektiert werden, wo die gröfsten Wassermengen zu erwarten sind. Wenn beispielsweise durch eine schiefe Lage etwa vorhandener Deiche zu der Bahnachse die Zuführung des Hochwassers an dieser Stelle begünstigt ist, so muss hier vor allem demselben ein freier Durchflufs durch Anlage einer Flutbrücke geschaffen werden, weil hier sonst das Wasser sich fängt und der Bahn wie dem Deiche gefährlich werden kann.

Es sind sowohl Strom- wie Flutbrücken für sich einer besonderen Bearbeitung und vergleichenden Berechnung zu unterwerfen.

Die Höhe des ganzen Bauwerkes ist so zu wählen, dafs bei Eisenkonstruktionen die Unterkanten derselben wenigstens 0,5 bis 1 m über dem höchsten Wasserstande, bei gewölbten Brücken mit Stichbögen die Gewölbekämpfer wenigstens in der Höhe desselben liegen, während bei halbkreisförmigen Bögen das Hochwasser unbedenklich über die Kämpfer etwa bis $^1/_3$ des Radius hinaufsteigen darf. Häufig sind indes durch besondere Verhältnisse, wie namentlich durch Schiffahrt, für die Strombrücken gröfsere Höhen geboten.

Dieselbe wird unter Berücksichtigung aller einschlagenden Verhältnisse in Zahl und Weite der Öffnungen zunächst festgestellt und dienen hierfür vergleichende generelle Kostenberechnungen für mehrere Projekte.

Für Brücken mit eisernem Oberbau führt die Anwendung nachstehender Formel direkt zum Ziele.

Es sei: n = die Zahl der Öffnungen,
L = Gesamtöffnung,
l = fragliche Spannweite in Metern,
A = Preis eines Pfeilers,
a = Preis des Eisens pro Tonne der fertigen Brücke (inkl. Rüstungskosten),

so ergibt sich, wenn wir für das Eisengewicht in Kilogrammen pro laufenden Meter Brücke nach Laissle und Schübler (der Bau der Brückenträger 1871, Seite 104) $p = 35\,l + F$ annehmen, worin F eine Konstante bezeichnet, die jedoch für verschiedene Systeme und bei ein- oder zweigleisigen Bahnen verschiedene Werte erhält, für die Kosten der ganzen Brücke

$$\frac{n \,.\, a\,(35\,l + F)\,l}{1000} + (n - 1)\,A.$$

Es ist nun l so zu wählen, dafs die Kosten ein Minimum werden.

Da $n = \frac{L}{l}$, so betragen die Kosten

$$\frac{L}{l} \cdot \frac{a\,(35\,l + F)\,l}{1000} + \frac{L}{l}\,A - A = \frac{L\,.\,l\,.\,35\,.\,a}{1000} + \frac{F\,.\,L\,.\,a}{1000} + \frac{L}{l}\,.\,A - A.$$

Damit dies ein Minimum wird, mufs

$$\frac{L\,.\,35\,a}{1000} - \frac{L}{l^2}\,.\,A = 0 \text{ oder } l = \sqrt{\frac{1000\,A}{35\,a}} \text{ werden.}$$

Beispiel: für $L = 240$ m, $A = 6000$ M., $a = 300$ M. wird $l = 23{,}9$, mithin mufs die Brücke 10 Öffnungen erhalten.

Nach Feststellung des Projektes für die Hauptbrücke ergiebt sich das durch die Flutöffnungen noch zu bildende Durchflufsprofil, und mit diesem kann nun auch zur Projektierung der Flutbrücke geschritten werden. Dabei ist zunächst die Frage zu entscheiden, ob bei Öffnungen auf dem Lande Abgrabungen anzuwenden sind oder nicht, und eventuell wie tief, da besonders in flachem Terrain Abgrabungen unter der Brücke sehr wesentliche Einschränkungen der Flutbrücke gestatten.

Im allgemeinen hält man derartige Abgrabungen behufs Einschränkung der Brückenlänge für unstatthaft, häufig selbst da, wo Abgrabungen mit durchgehendem Gefälle unterhalb der Brücke möglich sind, weil man behauptet, dafs durch solche Abgrabungen kein nutzbares Profil für die Brücke gewonnen werden könne. Wir sind hierin anderer Ansicht und glauben vielmehr, dafs selbst solche Abgrabungen noch nutzbares Profil liefern, welche tiefer als das unterhalb der Brücke befindliche Terrain liegen, wenn dieselben nur mit entsprechend flachem Zu- und Ablauf angelegt werden und dadurch ein allmähliches Ablenken der einzelnen Wasserfäden von der bisherigen Richtung beim Passieren der Abgrabung gestatten. Es widerstreitet diese Ansicht nicht nur keinem Satze der Hydraulik, findet sich vielmehr in der Natur wohl bei allen Flüssen bestätigt; man wird überall beobachten können, dafs der Flufs an den Stellen, wo namentlich sein Hochwasserbett eingeengt ist, sich das entsprechende Profil nach der Tiefe selbst geschaffen hat und läfst das Längenprofil eines jeden Flusses mit ziemlicher Sicherheit auf die Breiten des Strombettes resp. des Hochwasserprofils an den verschiedenen Stellen desselben schliefsen.

Es wäre gewifs sehr wünschenswert, wenn dieser für die Techniker so wichtige Gegenstand von mafsgebender Seite eine gründliche Bearbeitung und Beleuchtung erführe; jedenfalls würde damit eine bedeutende Lücke ausgefüllt werden.

Wie tief nun eventuell die Abgrabungen anzunehmen sind, kann nur in dem einzelnen Falle nach den lokalen Verhältnissen erwogen und bestimmt werden. Als untere Grenze für dieselben ist wohl die Höhe des Mittelwasserstandes des Flusses anzunehmen, um die Bewirtschaftung der abgegrabenen Fläche noch zu ermöglichen. Zu bemerken ist noch, dafs man gut thun wird, bei der Berechnung des Profils das durch Abgrabung etwa zu gewinnende Profil nicht ganz dem Profil über dem Terrain gleichzustellen, sondern für wahrscheinlich auftretende Verluste, welche bei der Ablenkung der Wasserfäden entstehen müssen, einen gewissen Prozentsatz von dem Profil abzusetzen. Es werden diese Verluste im Vergleich zu den durch derartige Abgrabungen zu erzielenden Ersparnissen jedenfalls nur gering sein und sind gewifs reichlich mit $^1/_6$ bis $^1/_4$ des Abgrabungsprofils bemessen.

Die Gesamtlichtweite für die Flutöffnungen ist nach Erledigung dieser Frage für das betreffende Projekt leicht berechnet, und gilt für die Ermittelung der günstigen Anzahl und Weite der Öffnungen das oben für die Feststellung des Projektes für die Strombrücke bereits Gesagte.

Häufig, namentlich bei kleinen Flüssen, sind die Angaben über die Hochwasser so unzuverlässig, dafs man in Gefahr gerät, die Brücken entweder in schwer zu verbessernder Weise zu enge, oder aber mit nutzlosem Mehraufwand viel zu weit anzulegen. In solchen Fällen ist es oft sehr zweckmäfsig, die Brücken zwar für die kleineren Hochwasserangaben, aber statt der Flügel mit böschungsartig eingefüllten Öffnungen zu konstruieren, die im Bedarfsfalle, wenn die Hochwasser sich gröfser ergeben sollten, als

angenommen, leicht geöffnet und durch Böschungsflügel ersetzt werden können. Auf diese Weise erhält man erweiterungsfähige Brücken.[27])

Die nach Vorstehendem für die Bahnlinie ermittelten Anlagen und Bauwerke werden ihrer Ausdehnung entsprechend in das Längenprofil, wie das auf T. II ersichtlich ist, eingetragen.

§ 13. Massen- und Kostenberechnung der Bahnanlage. Ein sehr wesentlicher Teil der technischen Vorarbeiten besteht in der Ermittelung des für einen Bahnbau erforderlichen Anlagekapitals. Bei den generellen Vorarbeiten kann dies nur an der Hand desjenigen Materials geschehen, welches durch die in den vorigen Paragraphen besprochenen Arbeiten zu gewinnen ist. Dementsprechend sind von den generellen Vorarbeiten keine genaue, jeden einzelnen Gegenstand betreffenden Kostenberechnungen zu erwarten, sondern nur generelle Kostenüberschläge, in welchen die einzelnen Arbeiten mehr in summarischer Weise nach Mafsgabe der einzelnen Ausführungen bestehender Bahnen abzuschätzen sind, die aber trotzdem zuverlässige Resultate liefern sollen.

In dem Nachfolgenden ist die Aufstellung des Kostenüberschlages einer näheren Besprechung unterzogen, und sind dabei für die einzelnen Teile desselben eine Reihe Einzelpreise mitgeteilt, welche für einen gegebenen Fall einen Anhalt bieten können. Wir haben für letztere vorzugsweise Plefsner, „Anleitung zum Veranschlagen von Eisenbahnen“, Berlin 1874, benutzt. Aufserdem enthält die Tabelle XXVI eine Zusammenstellung sämtlicher dem Verbande deutscher Eisenbahnverwaltungen angehörigen Bahnen, aus welcher die summarischen Kosten neben der gröfseren oder geringeren Bedeutung der einzelnen Teile der Bahnanlagen ersichtlich sind. Ebenso enthält die Tabelle XXVII in gleicher Weise eine Zusammenstellung der norwegischen Bahnen, welche eine gröfsere Anzahl von Schmalspurbahnen aufweist. Die Tabellen werden eine sichere Schätzung der Anlagekosten einer neuen Bahn zu erleichtern im stande sein.

Die Gesamtkosten einer Bahnanlage setzen sich aus mehreren, ihrer Natur nach sehr verschiedenen Beträgen zusammen, die der Übersichtlichkeit halber und zur Erleichterung der Aufstellung des Kostenanschlages nach Hauptabteilungen (Titel) und Unterabteilungen (Positionen) getrennt werden.

Auf Grund einer bereits von dem Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen im Abschnitt II des „Normalbuchungs-Formular für die Eisenbahnen Deutschlands“ aufgestellten Titeleinteilung hat das preufsische Ministerium der öffentlichen Arbeiten — unter dem 27. März 1882 — ein „Schema für die Veranschlagung, Buchung und Rechnungslegung bei Eisenbahnneubauten unter Staatsverwaltung“ vorgeschrieben, welches bezüglich der Titel mit dem ersteren völlig übereinstimmt, jedoch den Inhalt der einzelnen Titel noch weiter in bestimmte Positionen und Unterpositionen einteilt. Wir teilen das letztere Schema, — als das ausführlichere — nachstehend mit und bemerken zuvor, dafs es aus inneren und äufseren Gründen sich empfiehlt, auch bei generellen Kostenüberschlägen sich so eng als möglich an die in jenem Schema gegebene Einteilung auch der Positionen anzuschliefsen.[28])

---

[27]) Jahrgang 1876. Heft 6 d. bayr. Arch.- u. Ing.-Vereins.

[28]) Für alle vor Erlafs des obigen Schema's . . . . (27. März 1882) bereits veranschlagten, noch nicht vollendeten Bauten gilt noch der frühere Kostenanschlag mit den folgenden Titeln:

Tit. I. Grunderwerb (und Nutzungsentschädigung).

II. Erd- und Böschungsarbeiten, Futtermauern u. s. w. (einschliefslich derjenigen zu den Wegeanlagen u. s. w.)

III. Unterhaltung der Dämme, sowie Instandhaltung des Oberbaues während des Baues und des ersten Betriebsjahres.

Im allgemeinen sei noch bemerkt, dafs es für die Übersichtlichkeit des Kostenüberschlages zweckmäfsig ist, in demselben die eigentliche Kostenberechnung von der Berechnung der Masseneinheiten getrennt zu halten und letztere der ersteren als Anhang beizufügen.

Schema für die Veranschlagung, Buchung und Rechnungslegung bei Eisenbahn-Neubauten unter Staatsverwaltung.

Vorbemerkung. In Fällen, wo Einnahmen oder Ausgaben vorkommen, welche in mehrere Positionen eines Titels fallen und nach diesen Positionen nicht zu trennen sind, werden die Kosten unter derjenigen Position verrechnet, welche den gröfsten Geldbetrag einschliefst.

Baueinnahme.

Bezeichnung des Titels.	Titel.	Position.	Unterposition.	Nähere Angabe des Inhalts der Titel.	Betrag. M.
				Abteilung A. Eigentliche Einnahmen.	
				(Die mit a bezeichneten Titel kommen für die für Rechnung des Staates verwalteten Eisenbahnen, die mit b bezeichneten Titel für die Privateisenbahnen unter Staatsverwaltung zur Anwendung.)	
(a) Baugelder.	I	1		Aus Staatsanleihen oder Krediten, welche durch Gesetze bewilligt sind.	
		2		Aus Etatsfonds der Eisenbahnverwaltung (einmalige und aufserordentliche Ausgaben).	
(b) Verwertung von Effekten.	I	1		Nominalbetrag ausgegebener Stammaktien.	
		2		Nominalbetrag ausgegebener Prioritäts-Stammaktien.	
		3		Nominalbetrag ausgegebener Prioritäts-Obligationen. etc.	
(a) Beiträge.	II	1		Beiträge anderer Staatsressorts zum Bau der Bahn etc. (Bei unentgeltlicher Überweisung von Grund und Boden etc. ist die Gröfse und der Wert, eventuell schätzungsweise, zu ermitteln und nachrichtlich vor der Linie zu vermerken.)	
		2		Beiträge von Provinzen, Kreisen, Gemeinden und Privaten zum Bau der Bahn etc. (Bei unentgeltlicher Überweisung u. s. w. wie oben.)	

Tit. IV. Einfriedigungen.
V. Wegeübergänge (einschliefslich der Wege-Unter- und Überführungen nebst allem Zubehör).
VI. Durchlässe und kleinere Brücken (bis zu 10 m lichter Weite).
VII. Gröfsere Brückenanlagen.
VIII. Tunnel.
IX. Besondere Vorrichtungen und Gebäude zum Betriebe geneigter Ebenen.
X. Oberbau (nebst allen Nebensträngen und zugehörigen Ausweichen).
XI. Signale (nebst dazu gehörigen Buden und Wärterwohnungen).
XII. Bahnhöfe und Haltestellen nebst allem Zubehör an Gebäuden, Drehscheiben, Wasserkranen u. s. w.
XIII. Für sonstige und aufserordentliche Anlagen (als Flufsverlegungen, Durchführung durch Festungswerke u. s. w.)
XIV. Betriebsmittel.
XV. Verwaltungskosten.
XVI. Insgemein.
XVII. Zinsen während der Bauzeit.

Bezeichnung des Titels.	Titel.	Position.	Unterposition.	Nähere Angabe des Inhalts der Titel.	M. Betrag.
(b) Beiträge.	II	1		Beiträge aus Staatsmitteln zum Bau der Bahn etc. (Bei unentgeltlicher Überweisung von Grund und Boden ist der Betrag, eventuell schätzungsweise, zu ermitteln und nachrichtlich vor der Linie zu vermerken.)	
		2		Beiträge von Provinzen, Kreisen, Gemeinden und Privaten zum Bau der Bahn etc. (Bei unentgeltlicher Überweisung u. s. w. wie oben.)	
(a) Etwaiger Überschufs aus dem Betriebe einer Bahnstrecke auf Kosten des Baufonds.	III			(vacat)	
(b) Etwaiger Überschufs aus dem Betriebe einer Bahnstrecke auf Kosten des Baufonds.	III			Etwaiger Überschufs aus dem Betriebe einer Bahnstrecke auf Kosten des Baufonds.	
(a) Sonstige Einnahmen.	IV			Pächte und Mieten während der Bauzeit, soweit solche nicht zu den Rückeinnahmen gehören etc.	
(b) Sonstige Einnahmen.	IV	1		Pächte und Mieten während der Bauzeit, soweit solche nicht zu den Rückeinnahmen gehören.	
		2		Coursgewinn aus verkauften Effekten.	
		3		Zinsen für angelegte Geldbestände und verspätete Einzahlungen etc., Konventionalstrafen für solche, Agiogewinne, Einzahlungen, welche der Gesellschaft verfallen etc.	
				Abteilung B. Rückeinnahmen.	
Grunderwerb und Nutzungsentschädigung.	I			Rückeinnahmen beim Grunderwerb etc.	
Erd-, Feld- und Böschungsarbeiten.	II			Rückeinnahmen bei den Erd-, Fels- und Böschungsarbeiten.	
	III und ferner			(entsprechend den einzelnen Ausgabetiteln.)	

Anmerkungen zu Abteilung B. für die für Rechnung des Staates verwalteten Eisenbahnen.

1. Die Einnahmen aus dem Erlöse für alte und entbehrliche Baumaterialien, Geräte und Utensilien etc. von solchen Bauten, deren Kosten aus Etatsfonds der Eisenbahnverwaltung (einmalige und aufserordentliche Ausgaben) bestritten werden, sind nicht den Baufonds zuzuführen, sondern an die General-Staatskasse abzuliefern, und deshalb hier bei den einzelnen Titeln nur nachrichtlich vor der Linie — jedoch sowohl bei der Veranschlagung als bei der Buchung und Rechnungslegung — zu vermerken. Dagegen sind die gleichen Einnahmen von solchen Bauten, deren Kosten aus Staatsanleihen oder Krediten, welche durch Gesetze bewilligt sind, bestritten werden, wie die übrigen Rückeinnahmen in der Linie zu veranschlagen und zu verrechnen.

2. Die nicht den Baufonds zuzuführenden, sondern an die General-Staatskasse abzuliefernden Konventionalstrafen, sowie etwaige Rückerstattungen der letzteren sind hier — bei der Buchung und Rechnungslegung — titelweise nachrichtlich vor der Linie zu vermerken.

3. Für statistische Zwecke sind die nach 1. und 2. vor der Linie vermerkten Beträge unter Berücksichtigung der etwaigen Rückerstattungen gleich den unter der Abteilung B. wirklich vereinnahmten Beträgen von den Summen der korrespondierenden Ausgabetitel abzusetzen.

Bauausgabe.

Bezeichnung des Titels.	Titel.	Position.	Unterposition.	Nähere Angabe des Inhalts der Titel.	M. Betrag.
Grunderwerb und Nutzungsentschädigung, einschliefslich der dadurch entstehenden Kosten.	I	1		Kosten der Erwerbung des Grundes und Bodens zur Herstellung der Bahn und deren Nebenanlagen, sowie derjenigen Ländereien, welche zur Entnahme oder zur Ablagerung von Boden dienen oder wegen Zerstückelung oder Unzugänglichkeit mitübernommen werden müssen und zur Disposition bleiben, einschliefslich der Entschädigungen für Wirtschaftserschwerungen, Wasserentziehungen und andere Durchschneidungsnachteile, sowie für Benachteiligungen der Adjazenten.	
		2		Kosten für zu erwerbende, zu versetzende und umzubauende Gebäude und sonstige bauliche Anlagen.	
		3		Kultur-, Nutzungs- und Deteriorationsentschädigungen, insbesondere auch für vorübergehende Benutzung, für Zerstörung von Bäumen und Feldfrüchten, sofern sie nicht Vorarbeiten betreffen (Tit. XIII.), für Bauplätze, Lagerplätze, Abgrabungen, Pächte, Mieten u. s. w.	
		4		Kosten für Leitung und Regelung des Grunderwerbs, für Vermessungen, soweit sie nicht Vorarbeiten betreffen (Tit. XIII.), Diäten und Reisekosten von Kommissarien, Taxatoren, Richtern etc., Prozefskosten und sonstige gerichtliche Ausgaben, Kosten für Abgrenzungen und die dazu erforderlichen Grenzsteine.	
		5		Extraordinäre Ausgaben und Insgemeinkosten.	
Erd-, Fels- und Böschungsarbeiten, sowie Futtermauern etc. zur Herstellung des Bahnkörpers, einschliefslich derjenigen zu den Wegeübergängen etc. nebst den zur Ausführung erforderlichen Gerätschaften.	II	1		Einrichtungsarbeiten für Passierbarmachung der Linie, Interimsbrücken etc., Rodungs- und Abräumungsarbeiten.	
		2		Erd- und Felsbewegung (Lösen, Transportieren und Einbauen der Bodenmassen).	
			a	Bildung des Planums der Bahn und der Bahnhöfe, einschliefslich der Nebenanlagen, als: Wegeübergänge, Parallelwege etc, Ankauf von Schüttungsboden, Anlage von Schutz- und Entwässerungsgräben, Verlegung von kleinen Wasserläufen und Deichen, Beschaffung von Vorflut- und Uferdeckungsanlagen, Drainierungen im Planum.	
			b	Beschaffung, Anmietung und Unterhaltung der Transportmittel, als Lokomotiven und Erdwagen, Kippkarren, Handkarren etc. und der Geräte; Feuerungs- und Schmiermaterialien, Betriebskosten und sonstige Nebenausgaben, Wächterhütten, Buden, Baracken, einschliefslich der Miete für derartige Räume.	
			c	Specielle Bauaufsicht und Schachtmeistergeld.	
		3		Gewöhnliche Böschungsarbeiten: Planieren der Böschungen in den Auf- und Abträgen, Gräben etc, Befestigung derselben durch Mutterboden, Besamung und Rasenbekleidung inkl. Gewinnung des Mutterbodens bezw. Rasens und Unterhaltung bis zum Begrünen und Anwachsen, inkl. Schachtmeistergeld.	

Anm. zu Tit. I. Pos. 1. Die erworbenen Flächen sind zugleich nach Gröfse und Kulturart anzugeben.

Anm. zu Tit. II. Pos. 2, a. Gröfsere Flufs- und Deichverlegungen, sowie gröfsere Vorflut- und Uferdeckungsanlagen siehe bei Tit. XI. Über Schneedämme siehe Tit. III.

Anm. zu Tit. II. Pos. 1 und Pos. 2, b u. c. Diese Kosten kommen nur dann gesondert zur Berechnung, wenn sie nicht bei der Veranschlagung resp. Verdingung bei Position 2 a in Betracht gezogen sind.

Bezeichnung des Titels.	Titel.	Position.	Unterposition.	Nähere Angabe des Inhalts der Titel.	M. Betrag.
	II	4		Besondere Befestigungen der Böschungen: Pflasterung derselben und Ausführen von Futtermauern (soweit sie nicht mit Brücken und andern Bauwerken in Verbindung stehen, bei denen sie mitberechnet werden) Stein- und Faschinenpackungen, Einlegung von Drainröhren, Sickerkanälen und Rigolen etc., Herstellung von Flechtzäunen und Pflanzungen, Befestigung von Schutzdämmen gegen Wasserbeschädigungen, Deckungen durch Buschwerk und Zweige gegen Sandverwehungen etc., inkl. Schachtmeistergeld.	
		5		Unterhaltung des Bahnkörpers, der Böschungen und Banketts, Revêtements, Futtermauern etc. bis zur Übernahme durch den Betrieb.	
		6		Extraordinäre Ausgaben, als: Ausmauern von Seitengräben, Aushebung von quelligen Bodenstellen und Ergänzung durch trockenen Boden, Beseitigung von Rutschungen in den Auf- und Abträgen, Verlegung und Reparatur von Chausseen und sonstigen Wegen, Ausfüllung verlassener Wasserläufe und Schluchten, Ableitung wilder Gewässer, Wiederherstellungsarbeiten bei Zerstörungen durch höhere Gewalt; Wächter- und Botenlöhne, Tagelöhne und Kosten für sonstige Leistungen bei Absteckungen und Nivellements behufs Anlage des Bahnkörpers etc.	
Einfriedigungen, jedoch ausschliefslich derjenigen der Bahnhöfe.	III	1		Einfriedigungen, als: Hecken, Zäune, massive Mauern etc.	
		2		Schutzanlagen gegen Schneeverwehungen (Pflanzungen, Flechtzäune, Hecken und Dämme etc.)	
		3		Anpflanzungen neben der Bahn in Schachtgruben etc.	
		4		Unterhaltung dieser Anlagen bis zur Übernahme durch den Betrieb	
Wegeübergänge, einschliefslich der Unter- und Überführungen von Wegen und Eisenbahnen nebst allem Zubehör.	IV	1		Wegeübergänge im Niveau. (Jeder Wegeübergang erhält zunächst eine besondere, nach der Bahnstationierung fortlaufende Nummer, und unter derselben die nachfolgenden Unterpositionen.)	
			a	Befestigung des Überganges und der Rampen durch Pflasterung, Chaussierung oder Bekiesung etc.	
			b	Barrièren zur Absperrung des Überganges, mit den nötigen Geländern, Zugvorrichtungen, Glocken, Laternen, Warnungstafeln, Prellsteinen, Haltepfählen etc.	
			c	Seitendurchlässe etc.	
			d	Für unvorhergesehene Fälle.	
		2		Parallelwege. (Jeder Parallelweg erhält zunächst eine besondere, nach der Bahnstationierung fortlaufende Nummer, und unter derselben die nachfolgenden Unterpositionen.)	
			a	Befestigung des Parallelweges durch Pflasterung, Chaussierung oder Bekiesung etc.	
			b	Parallelwegsbrücken etc.	
			c	Für unvorhergesehene Fälle.	

Anm. zu Tit. II. Pos. 6. Gröfsere Chaussee- und Wegeanlagen siehe bei Titel XI.

Bezeichnung des Titels.	Titel.	Position.	Unterposition.	Nähere Angabe des Inhalts der Titel.	Betrag. M.
	IV	3		Wege- und Bahn-Über- oder Unterführungen. (Jedes Bauwerk erhält eine besondere, nach der Bahnstationierung fortlaufende Nummer.)	
		4		Unterhaltung vorgenannter Objekte bis zur Übernahme durch den Betrieb.	
Durchlässe und Brücken.	V	1		Durchlässe und Brücken bis einschließlich 10 m Lichtweite der größten Öffnung. (Jedes Bauwerk erhält eine besondere, nach der Bahnstationierung fortlaufende Nummer.)	
		2		Brücken von mehr als 10 m Lichtweite der größten Öffnung, sowie sämtliche Viadukte. (Jedes Bauwerk erhält eine besondere, nach der Bahnstationierung fortlaufende Nummer.)	
Tunnels.	VI			(Jeder Tunnel erhält zunächst eine besondere Nummer und unter derselben die nachfolgenden Positionen.)	
		1		Erd- und Felsarbeiten inkl. des Transports, des Einbauens bezw. Ablagerns der Ausbruchsmassen. Kosten der Auszimmerung.	
		2		Maurerarbeiten inkl. Material und Lehrgerüste.	
		3		Abteufung von Schächten.	
		4		Maschinelle Einrichtungen und deren Betrieb, besondere Entwässerungs- und Wasserhaltungsarbeiten, Förderbahnen, Geräte, Utensilien.	
		5		Unterhaltung des Tunnels bis zur Übernahme durch den Betrieb.	
Oberbau nebst allen Nebensträngen und zugehörigen Ausweichungen.	VII	1		Bettungsmaterial. Beschaffung des Bettungsmaterials, dessen Transport bis an oder auf das Planum etc.	
		2		Hölzerne Schwellen. Beschaffung, Imprägnierung und Zubereitung der Schwellen, Transport derselben bis in die Streckendepots, einschließlich der Weichenschwellen (Beschaffung der erforderlichen Apparate und Geräte) etc.	
		3		Eiserne Schwellen. Beschaffung und Zurichtung der Schwellen, Transport derselben bis in die Streckendepots, einschließlich der Weichenschwellen (Beschaffung der erforderlichen Apparate und Geräte) etc.	
		4		Schienen. Beschaffung und Zurichtung der Schienen inkl. Kosten der Aufsicht bei der Fabrikation, der Abnahme, des Verwiegens, Diäten, Reisekosten, Transport der Schienen bis in die Streckendepots etc.	
		5		Kleineisenzeug. Beschaffung des Kleineisenzeugs, Kosten der Abnahme, des Sortierens, Verwiegens, Verteilens und des Transportes bis in die Streckendepots etc.	
		6		Weichen. Beschaffung der Zungenvorrichtungen, Herzstücke, Kreuzungsstücke, Zwangsschienen, Stellvorrichtungen und aller sonstigen Weichenteile mit Ausschluß der Weichenlaternen, und Transport sämtlicher Gegenstände bis in die Streckendepots etc.	

Anm. zu Tit. IV. Pos. 3 u. Tit. V. Bei einem Bauwerke, welches zugleich den Zwecken der Titel IV und V dient, (z. B. Wegeunterführung mit Wasserdurchlaß) entscheidet der Hauptzweck der betreffenden Anlage.

Anm. zu Tit. VI. Pos. 4. Die betreffenden Kosten kommen hier nur dann zur Verrechnung, wenn sie nicht bei der Veranschlagung bezw. Verdingung unter Pos. 1 in Betracht gezogen sind.

Anm. zu Tit. VII. Pos. 6. Einschließlich der neben den Zungenschienen liegenden sogenannten Backenschienen, ausschließlich aller übrigen Fahrschienen.

Bezeichnung des Titels.	Titel.	Position.	Unterposition.	Nähere Angabe des Inhalts der Titel.	M. Betrag.
	VII	7		Verlegen des Oberbaues einschliefslich der Weichen, Regulierung des Planums, Einbringen und Regulieren des Bettungsmaterials, Anlage von Sickerkanälen, Nacharbeiten an den Schienen, Schwellen, dem Kleineisenzeuge und den Weichen, Legen und Richten des Bahngestänges und der Weichen, Stopfen und Verfüllen der Schwellen, Schlufsregulierung etc. einschliefslich des Transports der Materialien von den Streckendepots bis zur Verwendungsstelle.	
		8		Anlage von Centralstellapparaten.	
		9		Arbeitsgeräte. Beschaffung und Instandhaltung derselben.	
		10		Unterhaltung des Oberbaues bis zur Übernahme durch den Betrieb.	
		11		Verschiedene Ausgaben.	
Signale, nebst den dazu gehörigen Buden und Wärterwohnungen.	VIII	1		Elektromagnetische Anlagen.	
			a	Elektromagnetische Telegraphenleitung nebst Zubehör als: Beschaffung der Telegraphenstangen, des Drahts, der Isolatoren u. s. w.; Herstellung der Leitung; Geräte etc.	
			b	Beschaffung und Aufstellung der Sprechapparate mit zugehörigen Einrichtungen und Anschlüssen in den Gebäuden, Blockapparate, Apparate zum Läuten, Glockenwerke, Batterien, Blitzableiter, Telephone, elektrische Geschwindigkeitskontrollapparate etc.	
		2		Optische Signale. Optische Telegraphen, Vorsignale, Signallaternen, Korbscheiben, Weichenlaternen, Signalfahnen etc.	
		3		Akustische Signale. Signalhörner und Mundpfeifen des Bahnbewachungspersonals, Knallkapseln nebst Patronentaschen etc.	
		4		Wärterbuden inkl. Ausrüstung.	
		5		Bahnmeister- und Bahnwärterwohnungen auf freier Strecke nebst den dazu erforderlichen Nebenanlagen.	
		6		Abteilungszeichen, als: Kilometer- und Nummersteine, Neigungs- und Krümmungszeiger, Revisionstafeln, Zeichen für Dienstgrenzen etc.	
		7		Unterhaltung vorstehender Objekte bis zur Übernahme durch den Betrieb.	
Bahnhöfe und Haltestellen nebst allem Zubehör an Gebäuden, ausschliefslich Werkstattsanlagen aller Art.	IX			(Jeder Bahnhof erhält zunächst eine besondere Nummer und unter derselben die nachfolgenden Positionen)	
		1		Entwässerungen, Abzugskanäle, Drainierungen etc.	
		2		Empfangsgebäude, Wartehallen.	
		3		Perrons, Perronüberdachungen nebst Tunnels und Treppen für den Personen- und Gepäckverkehr.	
		4		Retiraden.	
		5		Innere Ausstattung und Beleuchtung der Empfangsgebäude und Retiraden; Ausmöblierung und Ausstattung der Warteräume, Stationsbureauräume, Kommissionszimmer etc.	
		6		Verwaltungsgebäude, einschliefslich der inneren Ausstattung.	
		7		Dienstwohngebäude nebst Zubehör.	

Anm. zu Tit. VII. Pos. 8. Kombinierte Centralweichen- und Signalstellapparate sind, sofern eine Trennung der Anlagen zur Weichenstellung von den Anlagen zur Signalstellung und von den zugehörigen elektrischen Anlagen nicht durchführbar ist, hier zu verrechnen.

Bezeichnung des Titels.	Titel.	Position.	Unterposition.	Nähere Angabe des Inhalts der Titel.	Betrag. M.
	IX	8		Wirtschaftsgebäude, Brunnen, Eiskeller, Backöfen, Stall-, Spritzen- und sonstige Nebengebäude, Geräteschuppen, Arbeiterbuden, Badeanstalten, Übernachtungslokale, Wascheinrichtungen, Aschgruben etc.	
		9		Arbeiter-Familienwohnhäuser.	
		10		Lokomotivschuppen nebst den darin befindlichen Gleisen, Arbeitsgruben, Kanälen, Hebekränen, Drehscheiben, Schiebebühnen, Wasserleitungsröhren, Wasserkränen etc.	
		11		Coks-, Kohlen-, Torfschuppen, Kohlenladebühnen.	
		12		Wagenschuppen nebst den darin befindlichen Gleisen, Arbeitsgruben, Kanälen, Hebekränen, Drehscheiben, Schiebebühnen etc.	
		13		Güterschuppen, Steuerschuppen, Lagerhäuser, einschliefslich der festen Wandkräne und der inneren Einrichtung und Beleuchtung.	
		14		Güter-, Vieh- und Wagenrampen, Viehhöfe, feste und transportable Kräne, Centesimalwagen, Lademesser etc.	
		15		Sturz- und Ladevorrichtungen für Kohlen, Erze etc.	
		16		Wasserstationsgebäude mit Ausrüstung und Zubehör an Brunnen, Wasserfiltern, Fassung von Quellen etc., sowie an Reservoirs und Wasserhebungsmaschinen etc.	
		17		Feuer-, Lösch- und Reinigungsgruben aufserhalb der Gebäude.	
		18		Drehscheiben, Schiebebühnen.	
		19		Magazingebäude, Petroleumkeller etc.	
		20		Weichensteller-, Portier-, Signalbuden einschliefslich der inneren Ausstattung.	
		21		Einfriedigungen und Thore.	
		22		Pflasterungen, Chaussierungen.	
		23		Pflanzungen und Gartenanlagen.	
		24		Äufsere Ausrüstung der Bahnhöfe: Wasserleitungsanlagen, Anlagen zur Gas-, elektrischen oder sonstigen Beleuchtung der Bahnhöfe aufserhalb der Gebäude einschliefslich der Gasleitungen, Kandelaber und Laternen; Stationsuhren, Signalglocken, Stationsanzeiger, Prellböcke, Distanzepfähle etc.	
		25		Feuerlöschgerätschaften (Feuerspritzen, Eimer, Leitern) und sonstige Geräte etc.	
		26		Unterhaltung des Bahnhofes bis zur Übernahme durch den Betrieb.	
		27		Insgemein: Baubuden und sonstige provisorische Anlagen für die Bauausführung, Bauschuppen, Aborte für die Arbeiter, Einzäunung der Bauplätze, Zufuhrwege, Geräte, Aufräumung der Bauplätze etc., sowie Kosten für unvorhergesehene Fälle.	
Werkstattsanlagen.	X			(Gröfsere selbständige Werkstätten-Bahnhöfe sind wie ein besonderes Bauunternehmen zu behandeln und demgemäfs in besonderen Anschlägen nach dem vorliegenden Formulare zu veranschlagen. Hier sind nur die Endsummen der Anschläge nachzuweisen. Für kleinere Werkstattsanlagen auf den Betriebsbahnhöfen ist die nachfolgende Einteilung mafsgebend.)	

Bezeichnung des Titels.	Titel.	Position.	Unterposition.	Nähere Angabe des Inhalts der Titel.	M. Betrag.
	X	1		Werkstattsgebäude, einschließlich der Werkstattsmaterialien-Depots.	
		2		Verwaltungs-, Bureau- und Dienstwohngebäude.	
		3		Oberbau.	
		4		Äufsere und innere Ausrüstung der Werkstattsanlagen.	
		5		Unterhaltung der Werkstattsanlagen bis zur Übernahme durch den Betrieb.	
Aufserordentliche Anlagen, als Flufsverlegungen, Durchführung durch Festungswerke.	XI	1		Flufs- und Stromverlegungen. Flufsregulierungen.	
		2		Aufserordentliche Chaussee- und Wegeanlagen.	
		3		Führung der Bahn durch Festungswerke und sonstige fortifikatorische Anlagen, sowie für militärische Zwecke.	
		4		Anlage von Häfen nebst deren Verbindungsbahnen.	
		5		Anlage von Coksanstalten; Anstalten zur Bereitung von Steinkohlen- oder Fettgas, Imprägnierungsanstalten etc. nebst den zugehörigen Gleisanschlüssen.	
		6		Anderweite aufserordentliche Anlagen, als schiefe Ebenen, Trajekte, Fähranstalten und dergl.	
		7		Unterhaltung solcher Anlagen bis zur Übernahme durch den Betrieb.	
Betriebsmittel.	XII	1		Lokomotiven und Tender nebst Reservestücken, Utensilien, Kontrolapparaten und allem sonstigen Zubehör.	
		2		Personenwagen inkl. Bremsen und Reservestücke.	
		3		Gepäck- und Güter-, Vieh-, Langholz-, Kohlen- und Arbeitswagen inkl. Bremsen und Reservestücke.	
		4		Draisinen und Bahnmeisterwagen, Schneepflüge, Bahnrevisionswagen.	
		5		Alle Utensilien und Betriebsgeräte, welche aufser den bei Pos. 1 berücksichtigten zur Ausrüstung der Züge erforderlich sind, als Wagenwinden, Brechstangen, Schraubenschlüssel, Zugleinen, Wagenlaternen, Schmierutensilien, Signaleinrichtungen, transportable Telegraphenapparate, Kontrolapparate, Ausrüstung der Gepäckwagen, Apparate bei Unglücksfällen inkl. der chirurgischen Instrumente etc.	
		6		Sonstige Ausgaben, als: Kosten für Versuche, Transporte, Probefahrten etc., welche bei Beschaffung der Betriebsmittel erwachsen, etc.	
Verwaltungskosten.	XIII	1		Gehälter, Wohnungsgeldzuschüsse bezw. Mietsentschädigungen, Diäten und Reisekosten der Mitglieder der bauleitenden Verwaltung, sowie aller Baubeamten, Feldmesser, Zeichner, Bureau- und Kassenbeamten, der Bauaufseher, überhaupt des gesamten Verwaltungs-, Aufsichts- und Kassenpersonals, mit Ausnahme der etwa bei den einzelnen Bauwerken zu verrechnenden Löhne für Unteraufseher, Polierer etc., sowie mit Ausnahme der bei Titel I zu verrechnenden Kosten.	
		2		Einrichtung und Möblierung der Bureaus, Beschaffung der Bureauutensilien, der Mefsinstrumente, Zeichnengeräte, Bücher, Karten, Zeichnungen, Modelle etc.	

Anm. zu Tit. XI. Anzahl und Inhalt der Positionen ist nach Bedarf zu ergänzen.

Bezeichnung des Titels.	Titel.	Position.	Unterposition.	Nähere Angabe des Inhalts der Titel.	M. Betrag.
	XIII	3		Sonstige Bureaukosten, insbesondere Bureaumieten, Kosten der Heizung, Reinigung und Erleuchtung der Bureaus, Schreib- und Zeichnenmaterialien, Zeitungsabonnements, Insertionskosten, Auktionsgebühren, Porto, Botenlöhne etc.	
		4		Pfähle, Signalstangen, Fixpunkte etc.	
		5		Tagelöhne bei den Vermessungen, Bodenuntersuchungen, Bohrungen etc., Beschaffung oder Anmietung von Wächterhütten, Nachen etc. und sonstige bei den Vorarbeiten vorkommende Ausgaben, als Fruchtentschädigungen etc.	
Insgemein.	XIV	1		Besondere provisorische Anlagen zum Beginn des Betriebes vor der gänzlichen Vollendung der Bahn.	
		2		Für Projektveränderungen während des Baues, Wiederherstellung einzelner Bauwerke bei Zerstörung oder Beschädigung durch höhere Gewalt, für nicht zu deckende Verluste an Baumaterialien etc.	
		3		Baupolizei und Krankenverwaltung, z. B. Einrichtung von Lazarethen, Remuneration der Bahnärzte, Abfindungsgelder an verunglückte Beamte und Arbeiter nebst deren Familien etc.	
		4		Für Eröffnungs- und andere Festlichkeiten, Ausschmückung der Bahnhöfe etc.	
		5		Extraordinäre Gratifikationen und Remunerationen für Beamte, Prämien etc.	
		6		Anderweite unvorhergesehene Kosten.	
Etwaige Ausfälle beim Betriebe einer Strecke auf Kosten des Baufonds.	XV				
Zinsen während der Bauzeit.	XVI				
Coursverluste.	XVII				
Erste Dotierung des Reserve- etc. Fonds.	XVIII			(Der betreffende Fonds ist hier anzugeben.)	

Anm. zu Tit. XV bis inkl. XVIII. Bei den für Rechnung des Staates verwalteten Eisenbahnen fallen diese Titel weg.

Tit. I. Grunderwerb und Nutzungsentschädigung.

Pos. 1. Die Berechnung der zum Bau der kurrenten Bahn erforderlichen Grundflächen erfolgt, annähernd horizontales Terrain vorausgesetzt, überschläglich nach den aus den Längenprofilen entnommenen Höhen des Auf- oder Abtrages an den Brechpunkten des Terrains. Die erforderliche Terrainbreite ergibt sich aus der Summe der Planumsbreite, der Schutzstreifen und der Horizontalprojektion der Böschungen, welche letztere durch Multiplikation der Höhe mit dem Neigungsverhältnis der Böschungen gefunden wird.

Berechnet man diese Breite für verschiedene Höhen, für Auftrag und für Abtrag unter Annahme einer vorher bestimmten Böschungsneigung und notiert die gefundenen Resultate neben den entsprechenden Teilstrichen auf einem Mafsstab für die Höhen des

Profils, so erhält man damit ein einfaches Mittel, die Damm- resp. Einschnittsbreite aus dem Längenprofile mit Hülfe dieses Mafsstabes direkt zu erhalten.

In Fig. 25 ist ein solcher Mafsstab für Dämme von 9 m Planumsbreite, Schutzstreifen von 0,5 m Breite und Neigung der Böschungen von 1 : $1^1/_2$ gezeichnet. Legt man den Index 10 an die Gradiente, so liest man an der Terrainlinie direkt die Breite des Dammes ab.

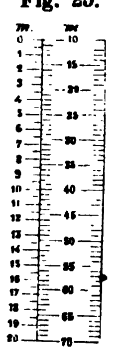


Fig. 25.

Sind die Breiten b_0, b_1, b_2, ... b_{n-1}, b_n in gleichen Entfernungen von 100 m ermittelt, wie dieses bei generellen Arbeiten häufig zulässig, so ist die Gesamtgrundfläche für einen Auftrag oder Abtrag

$$F = \left(\frac{b_0}{2} + b_1 + b_2 + \ldots + b_{n-1} + \frac{b_n}{2}\right) 100.$$

Die ganze Rechnung ist also damit auf eine einfache Addition reduziert.

Wenn Breiten nicht in gleicher Entfernung von einander genommen werden können, so ist es zweckmäfsig, den Mafsstab doppelt so grofs wie den der Höhen des Längenprofils zu wählen, weil man damit direkt die halbe Breite des Dammes erhält und bei der Berechnung durch Addition der halben Breite gleich das Mittel zweier aufeinanderfolgenden Breiten findet.

Auch mit Hülfe des Planimeters lassen sich die Grundflächen direkt aus dem Längenprofile bestimmen, indem man die einzelnen Aufträge und Abträge, soweit dieselben auf gleichwertigem Boden liegen, planimetriert und die so erhaltene Fläche mit einem der Neigung der beiden Böschungen und der Verzerrung des Längenprofiles entsprechenden Koeffizienten multipliziert und diesem Produkte noch den konstanten Teil des Querprofils, das Planum, die beiden Schutzstreifen und eventuell auch Gräben und Banketts u. s. w. multipliziert mit der Länge hinzufügt. Dies Verfahren bietet den Vorteil, dafs aus den Planimeterzahlen gleichzeitig die Böschungsflächen leicht ermittelt werden können.

Das für die Bahnhöfe erforderliche Terrain wird je nach der Bedeutung derselben nach flüchtigen Skizzen oder ausgeführten Beispielen berechnet.

Auch das für Parallelgräben, Parallelwege und Rampen erforderliche Terrain wird nach überschläglicher Berechnung hinzugefügt.

Die für eine zweigleisige Hauptbahn mit Nebenanlagen zu erwerbende Fläche für seitliche Bodenentnahmen und Ablagerungen für Landabschnitte, für kleine Bahnhöfe und Haltestellen kann geschätzt werden, unter sehr günstigen Terrain- und wirtschaftlichen Verhältnissen pro Kilometer zu etwa 2—3 ha, unter mittleren Verhältnissen zu etwa 3,5 ha, unter ungünstigen Verhältnissen zu etwa 4 ha.

In dem Kostenanschlage selbst werden nach vorstehender Berechnung unter pos. 1 die Summen des gleichwertigen Bodens zusammengestellt und die Kosten desselben auf Grund von Einheitspreisen berechnet, welche man durch ortskundige Taxatoren ermitteln und feststellen läfst.

Für Wirtschaftserschwernisse und Umwege sind bei stark parzelliertem Terrain 20 bis 30% des Gesamtwertes, bei weniger parzelliertem 10 bis 15% zu rechnen und für Kultur- und Nutzungsentschädigung 8 bis 10%.

Von der Baugesellschaft Plefsner & Co. sind auf einer Linie im mittleren Deutschland im Durchschnitt folgende Preise inkl. der Kosten für alle Neben- und Wirtschaftserschwernisse gezahlt:

pro Are Waldblöſse und Haide	7,5	M.		
„ „ Kiefern- und Fichtenschonung (exkl. Holz)	10,5	„		
„ „ Nadel- und Laubholzwald, Mittelschlag (ohne Holz)	13,5	bis	15,0	M.
„ „ Nadel- und Laubholzhochwald (ohne Holz)	19,5	„	24,0	„
„ „ Acker IV. und geringerer Klasse	13,5	„	18,0	„
„ „ Acker III. und II. Klasse (Roggen- und Gerstenboden)	27,0	„	36,0	„
„ „ Acker I. Klasse (Weizen- und Rapsboden)	45,0	„	60,0	„
„ „ Acker I. Klasse bei kleinen Parzellen und in der Nähe der Ortschaften	75,0	„	—	„
„ „ Weiden	12,0	„	—	„
„ „ Einschürige Wiesen	24,0	„	—	„
„ „ Zwei- und dreischürige Wiesen	48,0	„	60,0	„
„ „ Dorfgärten und Gemüseländer	90,0	„	105,0	„
„ „ Stadtgärten, Weinberge und ähnliche wertvolle Besitzungen	105,0	„	135,0	„
Für Bauplätze pro Quadratmeter oder auch mehr je nach der Lage.	3,0	„	9,0	„
Gute Obstbäume von 15 bis 40 Jahren (exkl. Holz)	18,0	„	60,0	„
Jüngere tragfähige Bäume	5,0	„	12,0	„
Weinstöcke je nach der Lage pro Stück	1,5	„	8,0	„
Stämme in Baumschulen pro Stück	0,5	„	1,0	„
Lebende Hecken pro laufenden Meter	0,5	„	1,5	„
Torfstiche je nach der Mächtigkeit pro Are	12,0	„	30,0	„
Kohlenlager unter dem Bahnterrain, wenn der Abbau unterbrochen wird, je nach der Mächtigkeit pro Are	45,0	„	60,0	„

Pos. 2. **Kosten für zu erwerbende, zu versetzende und umzubauende Gebäude und sonstige bauliche Anlagen.** Die von der Bahnanlage berührten Gebäude sind nach Stationen geordnet und mit kurzer Angabe der darin vorzunehmenden Änderungen resp. Umbauten zusammenzustellen. Der Ankaufspreis für bestehende Gebäude ist im einzelnen Falle unter Berücksichtigung des Grundstücks- und Neubauwertes, des jeweiligen baulichen Zustandes und der Benutzungsart des Gebäudes festzustellen.

Für das Versetzen und Umbauen ländlicher Gebäude ist pro Quadratmeter Grundfläche anzusetzen:

Für ein zweistöckiges ländliches Wohnhaus	60—80	M.
Für ein einstöckiges ländliches Wohnhaus	40—60	„
Für einen Stall mit Halbgeschoſs	40—50	„
Für einen Pferde- oder Kuhstall	30—40	„
Für einen Schafstall, Schweine- und Federviehstall	20—30	„
Für massive Scheunen	45	„
Für Scheunen von Fachwerk	40	„
Für Scheunen von Brettern mit Ziegeldach	30	„
Für das Abbrechen eines Strohdaches, Verstärken des Dachstuhles und Umdeckung mit Ziegeln pro Quadratmeter	7,5—10	„

Pos. 3. Kultur- und Nutzungsentschädigung, sowie Pacht für Grundstücke zu vorübergehender Benutzung zu Bauzwecken, als für Lagerplätze von Baumaterialien, für

interimistische Wege etc. ist unter pos. 3 mit 100 bis 300 M. pro Kilometer zu verrechnen.

Pos. 4. Die Kosten für die Leitung des Grunderwerbgeschäfts, Diäten und Reisekosten für Kommissäre und Taxatoren, ferner die Ausgaben für die Vermessungen, Einsteinung und Umschreibung der Grundstücke können insgesamt, je nachdem das Terrain weniger oder mehr parzelliert ist, mit 600 bis 1200 M. pro Kilometer veranschlagt werden.

Was die Gesamtkosten des Titel I Grunderwerb betrifft, so verweisen wir auf die Tabellen XXVI und XXVII, in welchen diese pro Kilometer Bahn für die aufgeführten Bahnen in Kolumne 13 resp. 7 sowohl direkt, als auch in Prozenten der Gesamtanlagekosten angegeben sind.

Tit. II. Erd- und Böschungsarbeiten, Futtermauern etc. einschliefslich derjenigen zu den Wegeübergängen.

Die Kosten dieses Titels sind zweckmäfsig nach folgenden Positionen zu trennen:

Pos. 1. Die Kosten für Passierbarmachung der Linie, Interimsbrücken u. s. w., Rodungs- und Abräumungsarbeiten sind nach Mafsgabe der örtlichen Verhältnisse abzuschätzen.

Pos. 2. Die Berechnung der zu bewegenden Erdmassen zur Herstellung des Bahnkörpers geschieht nach Mafsgabe von Normalprofilen für Dämme und Einschnitte der freien Bahn, bei welchen die Neigungen der Böschungen der Natur der verschiedenen Boden- resp. Felsarten entsprechend gewählt sind. Für die Inhaltsberechnung der Querprofile des Bahnkörpers gibt es verschiedene Methoden, von denen die drei nachstehend beschriebenen am häufigsten angewandt werden.

1. Bestimmung des Flächeninhalts der Querprofile mit Hülfe von Tabellen.

Für diesen Zweck werden die Inhalte der gewählten Normalprofile für alle in Frage kommenden Höhen berechnet und in einer Tabelle zusammengestellt, aus welcher für die aus dem Längenprofile zu entnehmenden Höhen der Inhalt des Profils direkt abzulesen ist. In den meisten Fällen genügt es, das Terrain bei Berechnung dieser Tabellen horizontal anzunehmen.

Der Fehler, welcher durch die Vernachlässigung der Neigung des Terrains entsteht, wächst mit der Planumsbreite und der Höhe des Profils und wird kleiner, je steiler die Böschungsneigung wird. Für einen Damm mit $1\frac{1}{2}$facher Böschung, von 9 m Kronenbreite und 10 m Höhe beträgt derselbe beispielsweise bei einer Neigung des Terrains von $1:20 = 0{,}2\%$, bei einer Neigung des Terrains von $1:15 = 1{,}1\%$, bei einer Neigung des Terrains von $1:10 = 2{,}4\%$, und bei einer Neigung des Terrains von $1:5 = 9{,}5\%$.

Es geht hieraus hervor, dafs man denselben nur in stark coupiertem Terrain zu berücksichtigen und auch hier für den praktischen Gebrauch nur wenige Tabellen für Neigungen bis höchstens 1 : 10 zu rechnen hat.

Für kleinere Höhen wächst übrigens dieser relative Fehler; da aber der absolute Fehler bei diesen kleiner wird, so ist für generelle Arbeiten die Berücksichtigung der Neigung bis 1 : 10 vollkommen ausreichend.

Für diese Tabellen genügt ferner die Berechnung der Flächeninhalte in ganzen Quadratmetern, für Höhen resp. Tiefen von halben zu halben Metern, da eine gröfsere Genauigkeit von den Längenprofilen nicht zu erwarten ist.

Die Berechnung dieser Tabellen ist sehr rasch und einfach auszuführen, wenn man in die Gleichung zweiten Grades, durch welche die Flächeninhalte der Querprofile ausgedrückt werden, der Reihe nach für die variablen Höhen die Glieder einer arithmetischen Progression einsetzt; die so erhaltenen Querprofilflächen bilden dann Glieder einer Reihe zweiter Ordnung, deren zweite Differenzen konstant sind. Man hat also nur drei aufeinanderfolgende Querprofile zu berechnen und die zweite Differenz zu bilden, um durch einfache Addition die weiteren Flächeninhalte zu finden. Die Probe für die Richtigkeit der ganzen Tabelle ergibt die direkte Bestimmung des letzten Querprofils nach der ursprünglichen Gleichung. Das folgende Beispiel zeigt die Einfachheit dieser Rechnung.

Für einen Einschnitt mit $1^1/_2$facher Böschung von 5,2 m Kronenbreite und 0,4 m tiefen, in der Sohle 0,4 m breiten Gräben ist der Flächeninhalt

$$F = 0,8 + 8,4\,h + 1,5\,h^2$$

mithin

	$\triangle_{,}$	$\triangle_{,,}$
für $h = 0$: $F_0 = 0,8$ . . .		
	4,575	
„ $h = 0,5$: $F_{0,5} = 5,375$ . .		0,75
	5,325	
„ $h = 1$: $F_{1,0} = 10,7$ . .		0,75
	6,075	
„ $h = 1,5$: $F_{1,5} = 16,775$.		

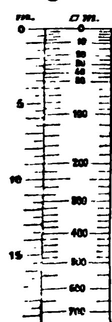
Die zweite konstante Differenz, welche aus F_0 $F_{0,5}$ und $F_{1,0}$ gewonnen wird, ist demnach $= 0,75$, mithin

$$F_{1,5} = 10,7 + 5,325 + 0,75 = 16,775 = 17 \text{ qm}$$
$$F_{2,0} = 16,775 + 6,075 + 0,75 = 23,6 = 24 \text{ „ etc.}$$

Bei weitem am schnellsten und sichersten sind diese Rechnungen mit der Thomasschen Rechenmaschine auszuführen. Dieselben sind mit diesem in Deutschland noch wenig bekannten Instrumente so rasch zu bewirken, wie ein guter Schreiber sie niederschreiben kann. Es fehlt hier leider an Raum, um auf dieses sehr interessante für alle, auch für Geldrechnungen brauchbare Instrument näher einzugehen, es mag nur bemerkt werden, dafs man mit demselben zwei sechsstellige Zahlen in 15 Sekunden auf 12 Stellen genau multiplizieren und in 20 Sekunden teilen kann.

2. Bestimmung der Flächeninhalte der Querprofile mit Hülfe des Massenmafsstabes.

Fig. 26.



Der Gebrauch der vorstehend besprochenen Tabellen kann dadurch sehr vereinfacht werden, dafs man die Resultate derselben auf einen Höhenmafsstab aufträgt.

In Fig. 26 ist ein solcher Massenmafsstab für Dämme von 9 m Kronenbreite mit $1^1/_2$facher Böschung dargestellt. Legt man den Nullpunkt eines solchen, auf einen Papierstreifen gezeichneten Mafsstabes an die Gradiente des Längenprofiles an, so liest man am Schnittpunkte der Terrainlinie mit Hülfe der Skala direkt den Flächeninhalt des Profiles ab.

Der Gebrauch des Massenmafsstabes hat vor dem der Tabellen den Vorzug, dafs das Nachschlagen in den Tabellen unnötig, mithin Zeit gewonnen und eine Fehlerquelle mehr vermieden wird.

3. Bestimmung der Flächeninhalte der Querprofile mit Hülfe graphischer Tafeln.

Setzen wir in Fig. 27 die Planumsbreite $AB = b$, die Höhe $CD = h$, $GC = h_0$, den Böschungswinkel $= \alpha$, den Neigungswinkel des Terrains $= \beta$, ferner $cotang\ \alpha = m$,

tang $\beta = n$ und den Flächeninhalt des Dreiecks $EGF = F_1$, so ist[29])

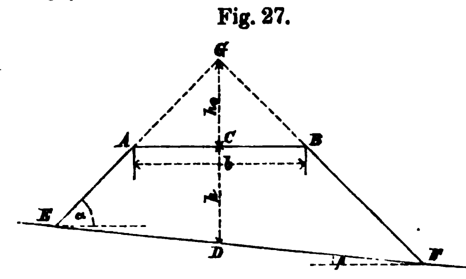


Fig. 27.

$$F_1 = (h + h_0)^2 \frac{m}{1 - m^2 n^2}.$$

Es ist dies die Gleichung einer Parabel.

Für bestimmte Werte von m und n lassen sich nun für verschiedene h die Werte von F berechnen.

Trägt man dann $h + h_0$ als Abscisse, F_1 als Ordinate auf und zeichnet die zugehörigen Parabeln, so erhält man ein System dieser Kurven, deren Ordinaten den Flächeninhalt der Profile darstellen, welche die zugehörigen Abscissen zur Höhe haben. Eine derartige Tafel ist in Culmann's graphischer Statik enthalten.

Einfacher gestaltet sich diese Tafel, wenn man $(h + h_0)^2$ als Abscisse aufträgt, dadurch treten an die Stellen der Parabeln gerade Linien. Eine solche Tafel ist in dem unten angeführten Werke enthalten.[29])

Bei den Tafeln erhält man den Wert des Dreieckes GEF. Um den gesuchten Inhalt des trapezförmigen Profils zu erhalten, hat man das der Höhe h_0 entsprechende Dreieck GAB abzuziehen. Die Tafeln gelten daher auch für beliebige Planumsbreiten.

Nach einer dieser drei Methoden wird man leicht die Inhalte der Profile bestimmen können und nur in wenigen Fällen, wie bei Bahnhofsprofilen genötigt sein, einige Profile aus den Horizontalkurvenplänen ausziehen und deren Inhalte direkt ermitteln zu müssen. Das hierbei einzuschlagende Verfahren ist in § 17 näher erörtert.

Es bleibt noch zu bemerken, dafs bei Bahnen, welche vorläufig nur eingleisig ausgeführt werden sollen, die im Längenprofile angegebene Höhe in der Regel die Mittellinie des zweigleisigen Bahnkörpers darstellt, mithin nicht die wahre Mittellinie des Profils ist. Aus diesem Grunde kann auch der hiernach gefundene Inhalt desselben nicht genau richtig sein. Da jedoch die Mittellinie des eingleisigen Bahnkörpers in der Regel nur circa 2 m von der des zweigleisigen entfernt ist, so kommt dieser Fehler nur bei sehr steilen Hängen in Betracht. Es ist dann, je nach der Neigung des Terrains, die aus dem Längenprofile entnommene Höhe um ein, dieser Entfernung entsprechendes Stück zu korrigieren und hiernach der Inhalt des Profils zu ermitteln. Jedoch dürfte bei so steilen Hängen der Mafsstab von 1 : 10000 für die Längen und der Abstand von 10 zu 10 m für die Höhen wohl ein zu ungenaues Resultat geben, und dürfte alsdann wohl eine genaue Situationsaufnahme etwa im Mafsstabe von 1 : 2500 erforderlich werden, wie solche in dem zweiten Abschnitte dieses Kapitels angegeben ist.

Die weitere Berechnung des kubischen Inhaltes des Bahnkörpers erfolgt nach Ermittelung des Inhaltes der Querprofile im allgemeinen nach einer der folgenden vier verschiedenen Methoden:

1. Die halbe Summe der Inhalte zweier aufeinanderfolgenden Profile F_1 und F_2 wird mit der Entfernung der Profile l multipliziert, also

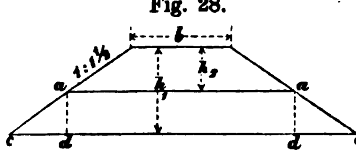
$$J = \frac{F_1 + F_2}{2} \cdot l.$$

Diese Methode ist in der Praxis am verbreitetsten; es ist dabei zu empfehlen, in die Tabellen für die Inhaltsberechnung der Profile und bei den Massenmafsstäben nur den halben Inhalt derselben einzutragen, weil man dann durch Addition zweier auf-

[29]) Winkler. Der Eisenbahnunterbau.

einanderfolgenden Profile gleich das Mittel beider erhält, welches direkt mit der Entfernung derselben multipliziert werden kann. Die letztgenannte Manipulation wird am zweckmäfsigsten und mit hinreichender Genauigkeit mit dem Rechenschieber ausgeführt.

Fig. 28.



Untersuchen wir den Grad der Genauigkeit dieses Verfahrens. Es ist bei Annahme horizontalen Terrains der wahre Inhalt des Körpers zwischen zwei Profilen von der Höhe h_1 und h_2, der Kronenbreite b und $1\frac{1}{2}$ facher Böschung (Fig. 28)

$$J = \frac{1}{2}\left[F_1 + F_2 - 2 \triangle (a\ d\ c)\right] l + \frac{2}{3}\left[\triangle (a\ d\ c)\right] l$$

oder da $$\triangle (a\ d\ c) = \frac{3}{2} \frac{(h_1 - h_2)^2}{2} = \frac{3}{4} (h_1 - h_2)^2 ,$$

ist $$J = \frac{1}{2}\left[F_1 + F_2\right] l - \frac{1}{4} (h_1 - h_2)^2 \,.\, l \,.$$

Der nach obiger Formel berechnete Inhalt wird also um $\frac{1}{4}(h_1 - h_2)^2\, l$ zu grofs, ein Fehler, der sich im Verlaufe der Rechnung nicht aufheben kann und der unter Umständen ziemlich grofs wird.

Es sei z. B. $b = 9$ m, $h_1 = 10$ m, $h_2 = 5$ m und $l = 50$ m, so ist $F_1 = 240$ qm, $F_2 = 82{,}5$ qm, mithin

$$J_1 = \frac{F_1 + F_2}{2} \,.\, l = \frac{240 + 82{,}5}{2} \,.\, 50 = 8062{,}5 \text{ cbm},$$

während die genaue Rechnung ergibt:

$$J = 8062{,}5 - \frac{1}{4}(10 - 5)^2 \,.\, 50 = 7750{,}0 \text{ cbm}.$$

Der bei Anwendung der vorstehenden Methode gemachte Fehler beträgt also rot. 4%. Schalten wir zwischen beiden Profilen noch ein mittleres Profil von 7,5 m Höhe ein und führen die Berechnung wieder für den ganzen Bahnkörper durch, so ergiebt sich nur noch ein Fehler von 78 cbm oder von 1%, welcher bei so generellen Anschlägen vollkommen zulässig ist.

Der besprochene Fehler nimmt also ab mit dem Quadrate der Höhendifferenz und direkt mit der Entfernung, ferner, wie leicht zu sehen ist, mit der Neigung des Böschungswinkels. Je steiler die Böschung, um so kleiner wird der Fehler und schliefslich wächst derselbe mit der Neigung des Terrains. Um diese Ungenauigkeit thunlichst gering zu machen, empfiehlt es sich, bei diesen Berechnungen die Entfernung der Querprofile stets möglichst klein anzunehmen, besonders in coupiertem Terrain und dürfte dieselbe hier wohl nicht über 25 bis 50 m betragen.

2. Aus der halben Summe der Höhen zweier aufeinanderfolgenden Profile wird der Inhalt des Querprofiles ermittelt und mit der Entfernung derselben multipliziert. Auch dieses Verfahren findet häufig in der Praxis Anwendung.

Untersuchen wir die Genauigkeit dieser Methode, so finden wir hiernach den Inhalt J_2 mit Beibehaltung der obigen Zeichen und Voraussetzungen

$$J_2 = \left(b + 1{,}5 \,.\, \frac{h_1 + h_2}{2}\right) \left(\frac{h_1 + h_2}{2}\right) . \, l;$$

die Werte $F_1 = b\, h_1 + 1{,}5\, h_1^2$ und $F_2 = b \,.\, h_2 + 1{,}5\, h_2^2$ hier eingesetzt gibt:

$$J_2 = \left\{\frac{F_1 + F_2}{2} - \frac{3}{8} \,.\, (h_1 - h_2)^2\right\} \cdot l \,,$$

während der wahre Inhalt

$$J = \left\{\frac{F_1 + F_2}{2} - \frac{1}{4} \,.\, (h_1 - h_2)^2\right\} \cdot l \quad \text{ist.}$$

Demnach beträgt im vorliegenden Falle der Fehler $\frac{1}{8}(h_1 - h_2)^2 \,.\, l$, ist also nur gleich der Hälfte des Fehlers, welcher bei der vorhergehenden Methode gemacht wird,

dagegen ist derselbe positiv, die hiernach gerechneten Massen werden also etwas zu kleine Werte angeben. Im übrigen gelten über die Zu- und Abnahme des Fehlers dieselben Bemerkungen wie ad 1.

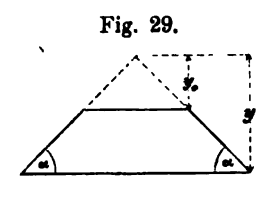
3. Der Kubikinhalt des Bahnkörpers wird durch Planimetrieren des Flächennivellements gewonnen. Trägt man im Längenprofile über oder unter der Gradiente den jeder Ordinate derselben entsprechenden Flächeninhalt des Profiles nach einem beliebigen Mafsstabe auf und verbindet die so gewonnenen Punkte durch eine entsprechende Kurve, so erhält man das sogenannte Flächenprofil. Wird für jeden einzelnen Auf- und Abtrag dieses Profil planimetriert und die so gewonnene Zahl mit dem Verhältnis der Verzerrung der Höhen zu den Längen des Längenprofils multipliziert, so hat man genau den Kubikinhalt des Bahnkörpers.

Dieser Methode haften die gleichen Fehler an, wie der sub 1 beschriebenen.

4. Bestimmung des Kubikinhaltes eines Bahnkörpers mit Hülfe des Integrators. (Momentenplanimeter). Bezeichnet man in einem Auf- oder Abtrage den variablen Flächeninhalt eines Profiles mit f_x und mit dx den unendlich kleinen Abstand zweier Profile von einander, so ist der Voluminhalt des ganzen Bahnkörpers

$$V = \int_0^x f_x \, . \, dx \, .$$

Fig. 29.



Für ein Profil im horizontalen Terrain, mit konstanter Planumsbreite und dem konstanten Böschungswinkel α ist nun für die Höhe y (siehe Fig. 29)

$$f_x = y^2 \, . \, tang\, \alpha - y_0^2 \, . \, tang\, \alpha = tang\, \alpha \, (y^2 - y_0^2)$$

also $$V = tang\, \alpha \int_0^x (y^2 - y_0^2) \, dx \, .$$

Der Wert dieses Integrales kann nun bei horizontaler Gradiente mit Hülfe des Integrators direkt ermittelt werden; man legt zu dem Zwecke die Achse desselben auf eine Grade an, welche um die für jedes Profil konstante Gröfse y_0 über oder unter der Gradiente liegt, je nachdem Auftrags- oder Abtragsmassen zu ermitteln sind und umfährt mit dem Fahrstift die Fläche zwischen der Gradiente und der Terrainlinie. Alsdann liest man an der Rolle für die Integration den Wert ab, welcher mit der für jedes einzelne Instrument bestimmten Konstanten und aufserdem mit dem Verhältnis des Längenmafsstabes zu dem Quadrate des Höhenmafsstabes zu multiplizieren ist, um den kubischen Inhalt der umfahrenen Dämme oder Einschnitte zu erhalten.

Bei geneigter Gradiente wird die Achse des Integrators wieder parallel zur Gradiente und um das gleiche Stück y_0, aber in der Vertikale gemessen, davon entfernt, angelegt, und die Fläche umfahren, jedoch in diesem Falle das Resultat mit dem Cosinus des auf dem Papiere dargestellten Neigungswinkels der Gradiente zum Horizonte dividiert, wie aus einfacher Betrachtung hervorgeht.[30])

Genauere Resultate erzielt man noch, wenn man die Achse des Integrators an die Gradiente direkt anlegt und wieder mit dem Fahrstift den Flächeninhalt zwischen dieser und der Terrainlinie umkreist. Dann liest man an der Flächenrolle[31]) den Flächen-

[30]) Näheres über dieses Verfahren gibt die Broschüre von J. Amsler-Laffon: „Anwendung des Integrators (Momentenplanimeters) zur Berechnung des Auf- und Abtrages bei Anlage von Eisenbahnen, Strafsen und Kanälen“ und „Über die mechanische Bestimmung des Flächeninhaltes, der statischen und Trägheitsmomente ebener Figuren, insbesondere über einen neuen Planimeter“ von demselben Verfasser.

[31]) Über den Gebrauch von Amsler's Momentenplanimeter zur Kubizierung von Dämmen und Einschnitten. Vortrag, gehalten in der 81. Hauptversammlung des sächs. Ing.- u. Arch.-Vereins von Herrn Finanzrat Köpcke. Heusinger's Organ 1874.

inhalt $F = \int y \, . \, dx$ ab und ermittelt den kubischen Inhalt des Prismas zwischen der Böschungskante, indem man F bei Dämmen mit der Planumsbreite, bei Einschnitten mit der Breite zwischen den Böschungsanfängen multipliziert, selbstverständlich mit Berücksichtigung der Verzerrung der Zeichnung. An der Momentenrolle ist gleichzeitig noch der Wert für den kubischen Inhalt der Böschungskeile abzulesen und derselbe genau so, wie oben gezeigt, zu ermitteln, wobei natürlich $y_0 = 0$ ist, da die Achse des Instruments mit der Böschungskante zusammenfällt. Die Summe beider Werte giebt den Inhalt des Bahnkörpers.

Bei der praktischen Ausführung dieses Verfahrens ist es zweckmäfsig, die Längenprofile so zu pausen, dafs die Planumslinie eine Gerade bildet, also alle Gefällsbrüche wegfallen.

Gleichzeitig ist es dadurch möglich gemacht, das Instrument längere Zeit liegen lassen zu können, wodurch wesentlich an Zeit gespart wird. Aus demselben Grunde empfiehlt Köpcke die Eisenschiene, auf welcher das Instrument hinrollt, 1 m lang machen zu lassen, während die Schiene in der Regel nur 0,6 m lang geliefert wird und ferner den Profilpausen keine gröfseren Längen zu geben, als das Instrument ohne Ortsveränderung zu umfahren gestattet, dagegen die Profillinien des Terrains aufeinander mit verschiedenen Farben zu zeichnen, so dafs die zusammengehörigen Teile leicht zu erkennen sind.

Die Ergebnisse der nach der einen oder anderen Methode ausgeführten Massenberechnung sind, nach den verschiedenen Bodenarten getrennt, übersichtlich mit Angabe der Stationen zusammenzustellen, und ist in dieser Übersicht die Art der Verwendung der Einschnittsmassen resp. die Gewinnung der Dammmassen anzugeben, wobei eine gewisse Auflockerung des gelösten Bodens für die Verwendung zu Dämmen, welche bei weichen Bodenarten 2 bis 5°/₀, bei festeren und felsigen Bodenarten 5 bis 35°/₀ beträgt, zu berücksichtigen ist.

Die Transportweite der einzelnen zu bewegenden Massen bestimmt sich durch die Entfernung der Schwerpunkte derselben an der Gewinnungsstelle von dem Massenschwerpunkte an der Ablagerungsstelle.

Auf Grund dieser Berechnungen kann die Kostenermittelung des wesentlichsten Teils des Tit. II vorgenommen werden. Die einzelnen Massen werden in dem eigentlichen Kostenanschlage unter Bezugnahme auf die beizufügende Massenberechnung und unter Angabe der Gewinnungs- und Verwendungsstelle aufgeführt und die Kosten derselben nach den im Kapitel III des vorliegenden Handbuchs gegebenen Einheitspreisen, auf welche wir verweisen, berechnet. Dabei sind bei jeder einzelnen Massenposition die Einzelpreise für das Lösen, Transportieren und Verbauen des Bodens, sowie für Vorhaltung der Geräte, für welche 10°/₀ dieser Arbeiten zu berechnen ist, besonders anzuführen, um die Revision des Kostenanschlages zu erleichtern.

Pos. 3. Gewöhnliche Böschungsarbeiten. Die Berechnung der Böschungsflächen geschieht ähnlich wie bei der Erdmassenberechnung nach Mafsgabe des Längenprofils, mit Hülfe von Tabellen oder Mafsstäben, auf welchen die Resultate der Tabellen aufgetragen sind. Man kann auch die bereits bei der Berechnung der Terrainflächen (S. 116) planimetrierten Auf- und Abtragsflächen des Längenprofils für diesen Zweck benutzen, indem man dieselben mit einem der Neigung der Böschungen und der Verzerrung der Zeichnung entsprechenden Koeffizienten multipliziert.[32])

---

[32]) Vergl. Deutsche Bauz. 1868, S. 370. „Abgekürztes Verfahren bei Berechnung von Erdmassen und Böschungsflächen für den Bau von Eisenbahnen" von Overbeck.



Bei Einschnitten ist für die Böschungsflächen der Gräben der durch Planimetrieren der Flächen erhaltenen Gröfse zuvor noch eine Fläche $= 2 \cdot t \cdot l$ hinzuzufügen, wenn t die Grabentiefe, und l die im Höhenmafsstabe gemessene Länge der Einschnittsfläche bezeichnet.

In Bezug auf die der Kostenberechnung zu Grunde zu legenden Einheitspreise verweisen wir auch hier auf die in Kapitel III für die Ausführung der Böschungsarbeiten gegebenen Preise.

Bei ganz generellen Anschlägen, bei welchen man die Berechnung der Böschungsflächen nicht vornimmt, führt man die Kosten der gesamten Böschungsarbeiten in ebenem fruchtbaren Terrain mit 1000 M., in coupiertem Terrain und bei hohen Auf- und Abträgen mit 1400 bis 1800 M. pro lauf. Kilometer der Bahn auf.

Ferner setzt Plefsner, wenn die ganzen Böschungsarbeiten auf die Erdarbeiten geschlagen werden, wie dies häufig geschieht und bei generellen Kostenanschlägen ausreicht,

bei niedrigen Dämmen und Einschnitten pro cbm 4 Pf.
„ mittleren „ „ „ „ „ 5 „
„ hohen „ „ „ „ „ 6 „

dem Preise der fertigen Erdarbeiten zu.

Pos. 4. Besondere Befestigungen der Böschungen durch Pflasterung, Stein- und Faschinenpackung etc. werden überschläglich berechnet. Futter- oder Stützmauern werden pro Kubikmeter je nach dem Preise der Baumaterialien und Arbeitslöhne mit 15 bis 30 M. veranschlagt. Kleinere Futter- oder Stützmauern brauchen hier nicht gerechnet zu werden, weil durch dieselben entsprechend an Erdarbeit gespart wird, was dort in diesem Falle unberücksichtigt bleibt.

Pos. 5. Die für Unterhaltung des Bahnkörpers, der Böschungen und Banketts, Revêtements, Futtermauern etc. bis zur Übernahme durch den Betrieb erforderliche Summe kann nur nach den bei älteren Bahnen gemachten Erfahrungen zu 3 bis 5% der veranschlagten Summe geschätzt werden.

Pos. 6. Extraordinäre Ausgaben, als: Beseitigung von Rutschungen in den Auf- und Abträgen, Verlegung und Reparatur von Chausseen und sonstigen Wegen, Ausfüllung verlassener Wasserläufe und Schluchten, Ableitung wilder Gewässer, Wiederherstellungsarbeiten bei Zerstörungen durch höhere Gewalt, Wächter- und Botenlöhne etc. werden je nach den Terrainverhältnissen mit 500 bis 1000 M. veranschlagt.

Die Gesamtkosten des Tit. II: Erdarbeiten, für die bestehenden deutschen und norwegischen Bahnen sind aus den Tabellen XXVI und XXVII, Kol. 14 resp. 8 zu ersehen.

Tit. III. Einfriedigungen.

In Deutschland, Belgien und der Schweiz sind Einfriedigungen der Bahn nur an den Stellen erforderlich, wo die Sicherheit des Betriebes es verlangt, während dieselben in Frankreich und England für die ganze freie Strecke vorgeschrieben sind.

Dem Bedürfnisse entsprechend ist die Länge der erforderlichen Einfriedigungen[33]) zu ermitteln, und die Art der Konstruktion je nach der Bedeutung derselben zu bestimmen. Nach den Stationen geordnet sind die einzelnen Einfriedigungsstrecken über-

[33]) Vergl. Übergangswerke, Abteilungszeichen und Einfriedigungen der Bahnlinie von Edm. Heusinger v. Waldegg im X. Kapitel, Band I des Handbuchs für specielle Eisenbahntechnik von demselben.



sichtlich zusammenzustellen. Für die Kostenberechnung derselben mögen die folgenden Preise als Anhalt dienen.

Nach Funk[34]) sind bei den Bauten der Venlo-Hamburger Bahn gezahlt für Drahtzäune mit Pfosten von 2 m Länge, 0,1 m Durchmesser, in Entfernungen von 2,5 m gesetzt, 0,8 m eingegraben, mit 3 horizontalen Drähten von 5 mm Stärke im Durchschnitt pro lauf. Meter 0,4 M. Für Lattenzäune, die Pfosten in derselben Stärke und Länge in Entfernung von 2 m gesetzt, mit horizontalen Latten im Durchschnitt 0,55 M. Für Netzzäune mit gleichen Pfählen, in Entfernungen von 2 m gesetzt, mit 2 horizontalen Latten von 3 bis 5 cm starken, in 0,3 m Abstand sich etwa rechtwinklig kreuzenden Spriegeln, welche durch Bindedraht fest verbunden sind, im Durchschnitt pro laufenden Meter 0,75 M.

Nach Gustav Meyer betragen die Kosten für Herstellung von Schutzgeländern aus eichenen Stielen in 2 m Entfernung, 1 m über den Boden reichend, mit kiefernen Holmen und Riegeln gehobelt und gestrichen pro lauf. Meter 4,0—5,0 M.

Ferner Einfriedigungen aus 1,4 m hohem horizontalen Lattenwerk mit eichenen Pfosten (250 qcm) in 2 m Entfernung und 4 kiefernen Latten (30 qcm) gehobelt und gestrichen desgl. pro lauf. Meter 3 bis 4 M.; und schliefslich desgl. aus vertikalem, 1,6 m hohen Lattenwerk mit eichenen Pfosten (250 qcm) in 2 m Entfernung, 2 kiefernen Riegeln (120 qcm) und 4 cm starken Latten, gehobelt und gestrichen pro lauf. Meter 7,0 bis 8,0 M. Schneezäune von 1,75 m Höhe aus Bohnenstangen eng geflochten, welche mit Eisendraht gebunden werden, kosten mit Rücksicht darauf, dafs sie 5 bis 7 m weit von der Böschungskante des 1—4 m tiefen Einschnittes entfernt sein müssen, und daher mehr Terrain erworben werden mufs, nach Plefsner pro lauf. Meter 3 M.

Die Gesamtkosten für Einfriedigungen betragen nach Tabelle XXVI für deutsche Bahnen durchschnittlich 700 M., für österreichische 1500 M. pro Kilometer.

Tit. IV. Wegeübergänge, einschliefslich der Unter- und Überführungen von Wegen und Eisenbahnen nebst allem Zubehör.[35])

Pos. 1 u. 2. In der Massenberechnung sind die zu beschotternden und zu pflasternden, sowie die einfach zu planierenden Wegeflächen überschläglich zu ermitteln und übersichtlich nach Stationen zusammenzustellen.

Für die Kostenberechnung können nachstehende Preise als Anhalt dienen:

einfache Planierung eines Weges pro qm	0,05—0,1	M.
die Bekiesung	0,5—0,6	„
die Macadamisierung nur aus Steinschüttung	2,0—2,5	„
die Chaussierung aus Packlage und Decklage	3,0—3,5	„
gewöhnliches Pflaster aus abgerundeten Steinen	2,0—2,5	„
gewöhnliches Polygonalpflaster	3,0—3,5	„
Kopfsteinpflaster	4,0—4,5	„

Für die zu verrechnenden Barrièren, Warnungstafeln und Haltepfähle mögen nachstehende Preisnotizen einen Anhalt bieten.

---

[34]) Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw., 1874, Heft II.

[35]) Vergl. Übergangswerke, Abteilungszeichen und Einfriedigungen der Bahnlinie von Edm. Heusinger v. Waldegg im X. Kapitel des I. Bandes des Handbuchs für specielle Eisenbahntechnik von demselben. Ferner Konstruktion von Wegebrücken über der Bahn und Brückthoren unter der Bahn von v. Kaven im XI. Kapitel ebendaselbst.

Nach **Heusinger v. Waldegg** kosten:

für einen	3,75	m weiten Übergang	2 Stück Einlegebarrièren . . .	40	M.
„ „	4,75	„ „ „	2 „ „ . . .	45	„
„ „	4,75	„ „ „	2 „ Schiebebarrièren . . .	55	„
„ „	4,75	„ „ „	2 „ Drehbarrièren	100	„
„ „	5,50	„ „ „	2 „ „	105	„
„ „	7,5	„ „ „	2 zweiteilige „	235	„
„ „	9,4	„ „ „	2 „ „	250	„
„ „	5,0	„ „ „	2 Kettenbarrièren mit Steinpfosten	55—75	„
„ „	4,5	„ „ „	2 „ mit Pfosten aus T-Eisen	40	„
„ „	5,5	„ „ „	2 Stück Schiebebarrièren mit je 3 Pfosten von T-Eisen, halbkreisförmigen Blechrinnen und runder hölzerner Zugstange	55	„
zweiflügelige hölzerne Thorbarrièren von 3,5—6 m Weite				155—300	„
2 komplette Warnungstafeln, zusammen				18—24	„
2 Haltepfähle mit Täfelchen, zusammen				6—8	„

Nach Gust. **Meyer** kosten ein Paar Drahtzugbarrièren 450—750 M. und 1 lauf. Meter Drahtzug (nach **Pleſsner**) 13,5 Pf.

Pos. 3 u. 4. In Bezug auf die Kosten der Wege- und Bahn-Unter- und Überführungen verweisen wir auf Tit. V.

Für ganz generelle Kostenüberschläge kann man für diesen Titel etwa 2500 bis 3200 M. pro Kilometer in Rechnung bringen.

Nach Tabelle XXVI, Kolumne 18 betragen im Durchschnitt die Gesamtkosten des Tit. IV bei den deutschen Bahnen 2790 M. pro Kilometer, bei den österreichischen 2800 M.

Tit. V. Durchlässe und Brücken.

Pos. 1. In einer Anlage werden die hier zu veranschlagenden Bauwerke tabellarisch geordnet so zusammengestellt, daſs man daraus die lichte Höhe und Weite, die Länge und die Art des Oberbaues, ob offen, mit Plattenabdeckung, Gewölbe oder eisernem Oberbau erkennen kann. In einer Rubrik für Bemerkungen wird die Art der Fundation, wenn dieselbe nicht normal ist, angegeben.

Die Kosten für die Herstellung dieser Bauwerke sind je nach den Preisen der Baumaterialien verschieden und müssen die folgenden Preise hiernach mehr oder weniger den örtlichen Verhältnissen entsprechend modifiziert werden.

Nach v. **Kaven**[36]) kosten Röhrendurchlässe von 30 cm Durchmesser für Wegerampen aus Halbziegeln bei den hannoverschen Bahnen 3 M. pro lauf. Meter. Ferner wurden bei der Bremen-Oldenburger Bahn Röhrendurchlässe von 40 bis 50 cm selbst unter höheren Dämmen für 7 M. pro lauf. Meter hergestellt, zu welchem Preise noch 15 M. für jede Stirn des Durchlasses hinzuzurechnen ist. Auf der Heppens-Oldenburger Bahn sind in halber Backsteinstärke kreisförmige Rampendurchlässe von 30, 40 und 50 cm Lichtweite zu dem Preise von 9,26, 12,0 und 14,4 M. ausgeführt, welchen Preisen noch für jede Stirn 2,4, 4,5 resp. 6,8 M. hinzuzurechnen ist.

Ferner kosteten Kanäle von 50 cm Weite und 75 cm Höhe, welche auf der Bremen-

[36]) Band I, S. 380, 3. Aufl. des Handbuchs für specielle Eisenbahntechnik von Edm. **Heusinger v. Waldegg** und Zeitschr. d. hannov. Arch.- u. Ing.-Ver. Jahrg. 1869, S. 293.

Oldenburger Bahn unter hohen Dämmen gebaut wurden, 12 M. pro lauf. Meter (ohne Erdarbeiten). Die beiden Stirnen kosteten bei diesen Kanälen 75 M.

Ebendaselbst sind Kanäle von 1 m Weite und 1,25 m Höhe für 34,5 M. pro lauf. Meter und 198 M. für 2 Stirnmauern erbaut. Auf der hannoverschen Staatsbahn sind Plattenkanäle von 58 cm Weite zu 22,5 M. exkl. Erdarbeiten ausgeführt.

Nach Plefsner kostet der lauf. Meter Steingutröhren anzuschaffen und zu verlegen bei einem Durchmesser von 25, 30, 35, 40 cm: 5, 7, 10 und 13,5 M.

Derselbe gibt als mittleren Durchschnitt von 8 Eisenbahnbauten die Kosten für Herstellung von offenen Durchlässen und Brücken exkl. der Kosten des eisernen Oberbaues und Holzbelages wie folgt an:

1 lauf. Meter, 1,3 m weiter, 1,5 m hoher Durchlafs . . . . 81 M.
Dazu Zulage für jedes Haupt . . . . 75 „
1 „ „ 2 m weiter, 1,6 m hoher Durchlafs . . . 99 „
Dazu Zulage für jedes Haupt . . . . 96 „
1 „ „ 3 m weiter, 2 m hoher Durchlafs . . . . 114 „
Dazu Zulage für jedes Haupt . . . . 120 „
1 „ „ 3,75 m weiter, 2,5 m hoher Durchlafs . . . 132 „
Dazu Zulage für jedes Haupt . . . . 144 „
1 „ „ 4 m weiter, 2,5 m hoher Durchlafs . . . . 150 „
Dazu Zulage für jedes Haupt . . . . 150 „

Eine 4 m weite, 3,75 m hohe Wegeunterführung komplett inkl. Flügel, aber exkl. Eisenzeug:
a. im eingleisigen Planum . . . . 3540 „
b. im zweigleisigen Planum . . . . . . 4890 „

„ desgl. von 4,75 m Weite, 4 m Höhe:
a. eingleisig . . . . 3900 „
b. zweigleisig . . . . 5400 „

„ desgl. von 4,75 und 5 m Weite, 4 m Höhe:
a. eingleisig . . . . 4200 „
b. zweigleisig . . . . 5850 „

„ desgl. von 6 m Weite, 4,25 m Höhe:
a. eingleisig . . . . 4800 „
b. zweigleisig . . . . 6720 „

„ desgl. von 8 m Weite und 4,5 m Höhe:
a. eingleisig . . . . 6000 „
b. zweigleisig . . . . 8400 „

Gewichte der Eisenkonstruktionen bei normalen Brücken sind nach Gust. Meyer in der folgenden Tabelle angegeben:

Tabelle XXIII.[37])

	Gewicht des eisernen Überbaues für ein Gleis in Ctr. bei einer lichten Weite der Brücke von:													
	m 1,2	m 1,5	m 2,0	m 2,5	m 3,0	m 3,5	m 4,0	m 4,5	m 5,0	m 6,0	m 7,0	m 8,0	m 9,0	m 10,0
Schmiedeisen	7	9	13	17	22	27	32	37	42	52	64	78	94	112
Gufseisen der Auflager .	2,7	2,7	2,7	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	4,8	4,8	6,2	6,2	6,2

[37]) Ausführlichere Angaben über Konstruktionsverhältnisse und Gewichte eiserner Brücken bis zu 10 m Lichtweite, entnommen den Normalien der hannov. Staatsbahn und der Berlin-Stettiner Bahn, findet man im deutsch. Bauhandbuch, Teil III, S. 344 u. ff.

Für Strafsenbrücken (Wegeüberführungen) berechnen **Laisle** und **Schübler** Gewicht der eisernen Oberbaukonstruktion für den laufenden Meter Brücke bei e Brückenbreite von 7,5 m zu

a. wenn die Fahrbahn aus doppeltem Bohlenbelag gebildet ist:

$$p = 1300 + 28\,l \text{ kg};$$

b. wenn die Fahrbahn aus einer Steinschlagdecke von 15 cm mittlerer St besteht: $p = 3600 + 42\,l$ kg.

Es kosten ferner nach **Plefsner**:

1 lauf. Meter	0,8 m weiter, 1 m hoher Plattendurchlafs .	75	M.
	Dazu Zulage für jedes Haupt inkl. Flügel .	72	„
1 „ „	1 m weiter, 1 m hoher Plattendurchlafs . .	81	„
	Dazu für jedes Haupt	78	„
1 „ „	1 m weiter, im Lichten 1,5 m hoher gewölbter Durchlafs	90	„
	Dazu für jedes Haupt eine Zulage von . .	78	„
1 „ „	1,5 m weiter, 2 m hoher gewölbter Durchlafs	135	„
	Dazu für jedes Haupt eine Zulage von . .	120	„
1 „ „	2 m weite, 2,25 m hohe Brücke	180	„
	Dazu für jedes Haupt noch	144	„
1 „ „	2,5 m weite, 3 m hohe gewölbte Brücke kostet	198	„
	Dazu Zulage für jedes Haupt noch besonders	192	„
1 „ „	3 m weite, 3,5 m hohe gewölbte Brücke kostet	252	„
	Dazu für jedes Haupt noch besonders . . .	240	„

Das Mauerwerk einer eingleisigen, 5,5 m hohen Wegeüberführung (Einsch brücke) kostet bei Annahme eines hölzernen Oberbaues exkl. dieses bei normalen hältnissen . . . . 3180 M.

Der Überbau aber komplett . . . . 1440 „

Summa . 4620 M.

Desgl. bei zweigleisiger Ausführung 3720 + 2160 =	5880	M.
Eine dergl. eingleisige gewölbte, mit aufgelösten Flügeln und mit durchgenommenen Seitendurchlässen	7200	„
Eine dergl. zweigleisige	10800	„
Jeder Meter mehr Höhe erfordert bei den hölzernen an Mehrkosten etwa	450	„
Desgl. bei den gewölbten	600	„
Eine zweigleisige in Eisen konstruierte Eisenbahnunterführung kostet im Mittel	19500—21000	„
Eine desgl. dreigleisige	30000	„

Pos. 2. Die hierher gehörigen Bauwerke sind zu skizzieren und nach ihren üb schläglich zu berechnenden Massen zu veranschlagen. Man kann dabei für Deutschla durchschnittlich in Ansatz bringen:

pro cbm	Beton	30	M.
„ „	Fundamentmauerwerk	15	„
„ „	Freimauerwerk	20	„
„ „	Gewölbemauerwerk	30	„
„ „	Werksteine	60—100	„

	1	2	3	4	5	6	33
21	Crefelder-Industrie-Eisenb.	46,6	—	5,00	86,8	13,2	8,85 / 9,00
22	Dniesterbahn	112,4	—	3,79	52,4	38,5	—
23	Donau-Drau-Eisenbahn . .	166,2	—	3,10 resp. 3,40	51,3	48,7	7,51 / 10,3
24	Dux-Bodenbacher	100,4	0,9	4,00	30,3	24,9	6,80 / 20,3
25	a. Elsafs-Lothringische-E.	862,2	436,4	3,10 resp. 8,50	52,5	36,9	—
	b. Wilhelm-Luxemburg.-B.	170,4	14,2	4,79 resp. 8,30			—
26	Eutin-Lübecker	33,0	—	4,00	41,0	59,0	9,40 / 15,35
27	Erzherzog-Albrecht . . .	75,9	—	—	—	—	8,10 / 18,38
28	Frankfurt-Bebraer . . .	192,6	65,9	8,75	61,1	30,3	6,70 / 21,10
29	Fünfkirchen-Barcser . . .	67,7	—	—	57,7	42,3	—
30	Galizische-Carl-Ludwig-B. .	593,7	—	—	77,1	21,6	Kol. 14
31	Graz-Köflacher	91,2	—	—	34,8	40,3	11,20 / 25,80
32	Glückstadt-Elmshorner . .	33,4	—	4 resp. 7	89,0	11,0	17,20 / 15,70
33	Hannoversche Staatsbahn .	839,9	598,2	4,38 und 8,18	89,9	8,1	15,00 / 33,10
34	Halle-Sorau-Gubener . . .	270,7	—	7,53	68,8	31,2	—
35	Hessische Ludwigs-Eisenb.	454,4	188,8	4,50 resp. 8,0	75,6	11,9	10,80 / 26,50
36	Homburger	18,1	—	4,70	27,6	35,8	9,42 / 25,00
37	Kaiser-Ferdinands-Nordbahn.						
	a. Stammbahn	585,6	262,6	—	80,0	19,7	16,00 / 61,30
	b. Mährisch-Schles. Ndb.	142,9	—	—			13,05 / 45,75
38	Kaiserin-Elisabeth						
	a. Hauptbahn	404,5	163,2	—	43,8	45,6	12,75 / 58,35
	b. St.-Valentin-Budweis .	143,7	—	—			5,33 / 16,73
	c. Hetzend-K.-Ebersdorf	17,8	1,2	—			7,60 / 20,70
	d. Braunau-Steindorfer .	38,2	—	—			—
39	Kaschau-Oderberger . . .	367,3	—	3,79	44,3	41,0	6,90 / 21,90
40	Kirchheimer	6,5	—	4,0	12,4	61,0	18,15 / 19,40
41	Leipzig-Dresdener . . .	249,1	124,0	8,0	47,5	49,2	8,65 / 19,47
42	Ludwigs-E (Nürnbg. Fürth)	6,0	—	3,79	100,0	—	10,85 / 6,70
43	Lübeck-Büchener u. Hambg.	111,3	—	4,70 und 7,85	85,2	14,8	14,25 / 26,25
44	Lemberg-Czernow.-Suczew.	89,9	—	4,42	69,8	22,6	6,18 / 16,83
45	Rumänische Linien . . .	224,1	—	5,50	68,3	23,4	Kol. 25
46	Main-Neckar-Eisenbahn .	87,4	78,1	7,5	100,0	—	20,65 / 50,20
47	Main-Weser-Bahn	198,8	198,8	8,22 resp. 7,5	47,9	52,1	13,20 / 35,30
48	Märkisch-Posener	271,2	—	4,39	62,9	37,1	9,50 / 15,90
49	a. Magdebg.-Cöthen-Halle-Leipzig	165,2	110,2	4,80 resp. 7,20	58,9	40,8	17,50 / 40,10
	b. Halle-Kasseler . . .	197,2	18,2	4,30 resp. 7,85			8,04 / 17,50

34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
					12,80	7,32							
—	0,21	13,32	0,22	6,36	13,00	7,45	—	101,4	86,0	14,4	6,2	5,2	83,72
—	0,2	7,1	0,12	3,29	—	—	—	213,4	46,2	24,0	5,4	6,2	114,24
1,80					7,50	5,65	1,36						
2,50	0,2	7,8	0,17	2,29	10,5	7,9	1,9	139,5	27,6	37,9	4,6	4,8	103,57
0,33					9,40	42,45	1,03						
1,00	0,3	15,9	0,25	12,58	28,2	127,3	3,1	300,0	90,9	152,8	14,0	8,1	58,03
—						—	—						
—	0,77	33,1	0,41	17,10	—	—	—	363,4	250,1	496,6	31,6	29,5	93,35
					15,10	4,61	1,53						
—	0,24	20,18	0,18	2,79	24,65	7,50	2,50	163,6	127,0	26,3	7,9	5,7	71,45
0,37					7,90	42,40	1,60						
0,83	0,20	9,6	0,27	9,01	17,80	96.12	3,63	266,6	67,5	18,1	4,1	25,1	491,98
0,34					11,20	19,80							
1,08	0,64	25,3	0,33	8,0	34,80	62,9	Kol. 40	317,0	217,8	202,1	22,8	20,4	89,28
—	0,40	12,8	0,15	5,17	19,0	—	—	204,2	98,2	87,3	13,4	8,0	59,61
					17,00	11,60	1,30						
—	0,70	19,8	0,45	10,69	45,30	31,20	3,47	266,3	183,1	290,1	37,2	15,9	42,66
1,16					18,70	8,51	0,86						
2,70	0,70	28,60	0,35	20,09	43,3	19,80	2,00	231,5	107,8	262,4	52,4	19,8	37,67
5,70					11,33	7,20							
5,20	0,29	15,45	0,18	3,23	10,40	6,60	Kol. 40	91,5	106,9	56,4	9,2	5,9	63,80
0,38					26,10	6,45							
0,84	1,10	32,8	0,53	16,4	57,90	14,20	Kol. 40	220,6	335,9	555,7	43,9	28,2	64,23
—	0,22	15,37	0,13	5,62	—	—	—	200,7	101,5	113,4	9,2	6,5	70,78
3,70					16,60	5,15	1,08						
9,10	0,60	35,90	0,51	10,72	40,70	12,60	2,86	245,3	344,7	287,7	29,5	15,3	51,96
					9,40	13,75	1,77						
—	0,55	66,22	0,33	2,33	24,80	36,50	4,70	265,7	595,7	30,0	27,1	15,1	55,57
2,00					22,25	4,60	0,30						
7,70	1,2	26,8	0,56	28,10	85,50	17,64	1,20	384,3	385,4	1009,2	89,3	35,4	39,66
					9,65	23,85	0,95						
—	0,5	10,5	0,50	9,16	34,00	84,14	3,35	351,7	99,8	144,6	17,4	11,7	67,06
					15,10	14,10	0,22						
—					70,50	65,80	1,41	466,2	404,6	545,6	56,0	28,1	50,24
					13,10	27,31	0,14						
—	0,6	30,3	0,30	12,25	40,15	86,10	0,44	314,6	43,5	96,3	9,8	8,9	91,27
					14,21	4,00	0,16						
—					39,00	10,90	0,44	273,7	3,8	135,0	9,3	10,6	114,02
—					—	—	—	243,6	37,8	12,4	12,1	5,8	178,32
3,80					7,07	11,80	0,44						
12,05	0,40	8,5	0,13	4,19	22,60	27,60	1,40	317,1	77,4	161,6	13,5	12,6	93,54
					14,30	4,47	0,65						
—	0,30	29,93	0,61	—	15,30	4,80	0,70	107,0	207,9	41,2	18,8	11,6	61,52
					12,42	0,53							
—	0,57	41,7	0,61	20,07	28,15	1,18	Kol. 14	225,1	488,0	634,2	54,5	31,7	58,24
					24,53	6,15	1,95						
—	1,00	189,2	—	1,99	15,10	3,80	1,20	61,7	1157,1	6,9	40,1	22,4	55,80
1,86					11,50	9,70	0,60						
3,41	0,41	23,7	0,18	7,64	21,20	17,90	1,10	184,2	210,8	204,1	26,4	14,9	56,38
0,61					6,50	29,90	6,81						
1,68	0,31	8,2	0,20	4,91	17,94	82.16	18,94	272,2	73,6	66,0	11,4	7,8	68,43
					4,35	43,00							
—	0,25	6,4	0,18	4,10	11,64	114,83	Kol. 25	268,0	71,6	58,3	10,8	8,6	80,05
					9,35	—	4,10						
—	0,74	60,7	0,43	11,1	22,8		10,0	243,3	576,2	342,1	55,6	35,4	63,63
1,91					7,94	4,51	0,22						
5,10	1,07	34,4	0,53	8,9	21,00	12,00	0,60	266,0	348,7	493,1	44,2	29,4	66,58
0,25					13,25	7,20							
0,42	0,21	24,2	0,14	4,06	22,25	12,15	Kol. 40	168,3	124,3	79,1	10,2	5,8	57,16
0,28					24,26	5,75							
0,66					57,10	13,70	Kol. 40	234,3	429,6	768,3	57,8	31,4	54,21
0,29	0,32	35,3	0,31	15,70	17,65	11,45	0,52						
0,64					38,50	25,00	1,13	218,4	203,9	300,9	24,0	18,1	75,18

26	27
2—3	0,23
2	0,36
1 u. 2	0,07
2	0,14
2	0,13
4	0,55
3 resp. 4	0,56
3	0,58
2	0,23
1	0,20
3	0,57
3	0,50
2	0,56
3	0,50
2	0,40
2	0,40
2	0,41
3	0,44
2	0,11
2	0,22
2	0,13
3	0,32
17	0,12
2	0,16
1—4	0,47
3	0,34
11	0,36
3	0,50
1—4	0,23
2	0,23
2	0,09
2	0,30
1	0,30

	1	2	3	4	5	32
	Name der Bahn.	Länge der Bahn.	Davon sind 2gleisig.	Kronenbreite.	Horizontal und Steigung bis 3,3 mm.	Gesamtlänge der Nebengleise pro Kilometer Bahnlänge.
		Kilometer.		Meter.	In	u. X. Haltest ör an G attsgebä
	1	2	3	4	5	32
71	I Siebenbürger Bahn . .	289,6	—	4,10	75,	93
72	Südbahn und Tiroler . .	2239,0	610,8	4,43 u. 8,22	56,	272
73	Süd. Norddeutsche . . .	222,4	—	3,79	44,	196
74	Werra-Eisenbahn	150,2	—	4,71 u. 7,53	35,	274
75	Tilsit-Insterburger . . .	54,0	—	5,65	53,	165
76	Theifs-Bahn	584,0	—	4,43	98,	220
77	Turnau-Kalup-Prager Bahn	120,7	—	4,43	44,	270
78	Ungarische Staats-E.					
	a. Nördliche Linie . . .	668,4	19,0	4,00	48,	238
	b. Südliche Linie . . .	278,0	—	4,00		125
	c. Eperjes-Tarnower . .	59,0	—	4,00	—	164
79	Ungarische Nordost-E. B. .	579,0	—	4,00	81,	142
80	Vorarlberger Bahn . . .	90,6	—	3,79	49,	138
81	Westfälische Bahn . . .	395,7	116,4	7,22 u. 9,0	72,	325
82	Württembergische Staatsb.	1124,0	163,9	4,58 u. 7,22	43,	102
	Es betragen die Durchschnittskosten pro Kilometer Bahnlänge:					
a	bei sämtlichen deutschen Bahnen	—	—	—	—	338
b	bei sämtlichen österreich. Bahnen	—	—	—	—	219

Die halbfetten Zahlen bezeichn
Gesamt-Anlagekapitals pro Kilomete
Die Kosten pro lauf. Meter T

Pos. 4 . . .
„ 5 . . .
„ 11a . . .
„ 15 . . .
„ 19c . . .
„ 19d . . .

3	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
Bahnlänge.	Flußverlegungen & Durchführungen durch Festungswerke pro Kilometer.	Anzahl der Treibachsen unter den Lokomotiven pro Kilometer Bahnlänge.	Anzahl der Plätze der Personenwagen pro Kilometer Bahnlänge.	Anzahl der Achsen unter den Gepäck- u. Postwagen pro Kilometer Bahnlänge.	Anzahl der Achsen unter den Güterwagen pro Kilometer Bahnlänge.	Kosten pro Kilometer Bahnlänge.	Verwaltungskosten pro Kilometer Bahnlänge.	Kosten der Vorarbeiten pro Kilometer Bahnlänge.	Gesamtanlagekosten pro Kilometer Bahnlänge.	Anzahl der pro Kilometer geförderten 1000 Personen in Personen-Kilometern	Anzahl der pro Kilometer geförderten Güter 1000 Tonnen-Kilometer	Gesamt-Einnahme pro Kilometer Bahnlänge.	Gesamt-Ausgabe pro Kilometer Bahnlänge.	Die Ausgaben betragen Prozente der Brutto-Einnahme.
en,	Tit. XI. Für sonstige außergewöhnliche Anlagen.	Tit. XII. Betriebsmittel.					Tit. XIII, XIV u. XVI. Verwaltungskosten, Insgemein und Zinsen während der Bauzeit.							
M.						1000 M.	1000 M.	1000 M.	1000 M.			1000 M.	1000 M.	
3	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
64	1,58					10,75	16,50	11,50						
15	3,82	0,37	13,0.	0,21	6,94	26,00	40,00	27,70	241,7	66,1	165,7	12,7	11,4	89,43
-	—	0,72	21,3	0,30	9,23	—	—	—	274,4	192,6	346,2	32,5	12,9	39,66
90	0,99					12,90	8,22	0,78						
95	2,20	0,65	16,6	0,21	8,53	29,85	19,00	1,82	230,8	102,3	267,4	27,1	16,8	62,07
17						9,85	11,40	0,47						
,19	—	0,45	11,7	0,21	5,42	16,20	18,92	0,78	164,9	109,3	177,0	17,0	12,0	71,01
-	—	0,19	12,5	0,15	4,97	—	—	—	160,7	97,2	35,9	7,2	3,9	54,76
,09	2,57					16,45	12,40	3,34						
,25	4,27	0,31	14,7	0,28	7,88	27,40	20,56	5,54	166,0	151,9	158,3	21,8	9,7	44,63
,42	2,55					7,85	9,40	1,24						
,14	4,56	0,34	14,7	0,19	6,48	15,95	19,10	2,53	202,7·	131,4	126,1	20,4	8,1	39,46
-	—	0,5	11,7	0,14	6,55	23,9	—	—	166,7	139,7	265,3	18,6	12,6	67,49
-	—	0,1	3,8	0,05	2,74	8,7	—	—	217,1	60,2	44,8	5,4	6,1	112,60
,95	5,20					7,68	7,08	2,64						
,60	12,6	0,3	9,6	0,10	3,32	18,7	17,20	6,40	242,0	21,2	9,8	3,5	4,0	116,39
,28	1,34					10,65	11,10	1,75						
,45	2,40	0,23	5,6	0,13	3,07	19,1	19,95	3,14	179,3	71,5	67,3	8,4	6,7	90,78
,52	0,68					9,15	5,30	2,40						
,95	1,98	0,27	16,4	0,20	4,12	26,70	15,50	7,05	292,6	82,1	20,7	6,4	8,4	130,37
,60	0,75					17,60	6,65							
,83	1,63	1,07	19,8	0,45	13,2	38,40	14,56	Kol. 40	219,3	153,0	443,9	27,8	27,3	98,00
,00	1,08					11,64	4,86	0,40						
,20	2,85	0,56	24,9	0,35	7,2	30,60	12,80	1,05	262,7	191,6	194,3	21,4	11,1	51,96
,81	4,50	0,54	26,23	0,31	11,49	35,78	23,52	2,51	242,5	213,6	300,0	24,5	15,5	—
,40	4,91	0,42	13,90	0,22	7,70	28,60	48,73	5,43	288,8	105,9	165,4	19,0	11,4	—

Die Kosten pro lauf. Meter Tunnel betragen:

Pos. 73	. . . . . .	946,2 M.
„ 74	. . . . . .	865,5 „
„ 77	. . . . . .	4140,3 „
„ 80	. . . . . .	3684,3 „
„ 81	. . . . . .	1498,0 „
„ 82	. . . . . .	1170,8 „
„ 82a	. . . . . .	1764,0 „
„ 82b	. . . . . .	2210,4 „

Z[illegible]874 verschiedener normal- und schmalspuriger

	Name		18 Anzahl der Sitzplätze der Personenwagen pro Kilometer Bahnlänge.	19 Anzahl der Gepäck- und Postwagen pro Kilometer Bahnlänge.	20 Anzahl der Güterwagen pro Kilometer Bahnlänge.	21 Kosten der Lokomotiven und Wagen pro Kilometer Bahnlänge. 1000 M.	22 Verwaltungskosten pro Kilometer Bahnlänge. 1000 M.	23 Verschiedene Kosten pro Kilometer Bahnlänge. 1000 M.	24 Gesamt-Anlagekosten pro Kilometer Bahnlänge. 1000 M.	Bemerkungen.
I	Norm[illegible] B[illegible]									Die halbfetten Zahlen bezeichnen die Kosten in Prozenten des Gesamtanlagekapitals pro Kilometer Bahnlänge.
1	Christiania	1	18,0	0,24	5,42	—	—	—	149,18	Fertige Bahn in Betrieb.
2	Lillestrom-	7	6,8	0,16	2,75	**11,90** 8,84	**6,80** 5,04	**0,75** 0,55	74,00	Fertige Bahn in Betrieb.
3	Christiania Grenze	9	15,5	0,09	2,18	**14,80** 15,31	**8,10** 8,33	—	103,46	Linie im Bau.
4	Throndhje[illegible] Grenze	9	8,7	0,10	1,95	**13,15** 12,98	**10,70** 10,59	**0,87** 0,86	98,79	Linie im Bau.
5	Elverum	4	7,5	0,05	0,85	**12,80** 6,32	**10.75** 5,34	—	49,63	Projektierte Linie.
II	Schm[illegible] Ba[illegible]									
6	Hamar-Aa[illegible]	6	3,1	0,05	0,75	**10,30** 3,67	**6,55** 2,35	**1,40** 0,53	35,67	
7	Drammen-					**9 25** 5,54	**6,10** 3,69	**1,65** 0,98	59,18	
8	Hougsund-	9	11,2	0,07	2,80	**18,10** 9,07	**7,20** 3,50	**1,68** 0,81	48,59	
9	Vikersund-					**12,25** 4,89	**7,10** 2,82	**1,70** 0,69	39,87	Fertige Bahn in Betrieb.
10	Christiania	7	39,2	0,15	2,47	**9,80** 8,94	**5,90** 5,38	**1,29** 1,18	91,13	
11	Throndhje[illegible]	8	13,7	0,06	0,94	**7,30** 5,07	**8.75** 6,04	**0,48** 0,33	69,04	
12	Stören-Aa[illegible]	4	5,0	0,05	0,75	**7 71** 4,13	**8,18** 4,31	—	52,85	
13	Stavanger-	8	10,6	0,05	1,31	**8,35** 6,27	**10,70** 8,14	—	75,02	
14	Bergen-Vo[illegible]	8	14,9	0,06	0,96	**6,84** 6,92	**10,70** 10,84	—	101,20	Linie im Bau.
15	Eidsvold-H	5	4,4	0,07	1,41	**7,25** 6,04	**10,55** 8,73	—	83,03	
16	Drammen-	9	15,5	0,11	1,68	**11,40** 8,93	**10,70** 8,45	—	78,57	
17	Kongsvinge	4	7,5	0,05	1,06	**12,25** 4,88	**11,60** 4,26	—	39,82	
18	Hamar-Elv	9	16,2	0,09	1,36	**11,65** 8,38	**10,27** 7,59	—	70,78	Projektierte Linie.
19	Lillehamm	5	3,7	0,05	0,91	**8,10** 4,58	**10,70** 6,05	—	56,45	

pro qm Bearbeitung und Fugen der äufseren Ansichtsfläche 5—6 M.
„ „ Gewölbeabdeckung mit einem Flachziegel . . . 1,5 „
„ cbm Eichenholz . . . . 80—100 „
„ „ Kiefernholz . . . . 30—50 „

Für Erdarbeiten und Wasserschöpfen 10—20% der ganzen Summe.

Bei ganz generellen Berechnungen kann man gröfsere Brücken und Viadukte auch pro Quadratmeter Ansichtsfläche, die Öffnungen für voll gerechnet, veranschlagen.

Aus der folgenden Tabelle sind die Herstellungskosten einiger zweigleisigen steinernen Viadukte pro Quadratmeter Ansichtsfläche zu erkennen.

Tabelle XXIV.

Bezeichnung.	Ganze Höhe von Fundamentsohle bis Schienenunterkante. m	Ganze Länge des Viaduktes in Kämpferhöhe gemessen. m	Kosten pro Quadratmeter der Ansichtsfläche. M.
Viaduc de la Bebre	33,5	160	134
„ de Montciant	26,0	130	100
„ de Nérard	26,3	122	106
„ de la Feige	30,6	140	95
„ des Sapins	27,2	156	110
Bober Viadukt in Schlesien	—	—	117
Neisse Viadukt bei Görlitz	—	—	180
Göltschthal Viadukt	77,8	579	200

Für eiserne Eisenbahnbrücken rechnet Schwedler das Gewicht p pro lauf. Meter des eisernen Oberbaues für 1 Gleise bei Brücken von 10 bis 60 m Lichtweite (l) unter günstigen Konstruktionsverhältnissen

$$p = 7{,}5 + 0{,}5\,l \text{ Ctr. pro Meter;}$$

im übrigen für Brücken von 10 bis 100 m Lichtweite

$$p = 8 + 0{,}6\,l \text{ Ctr. pro Meter.}$$

Die Balken und der Belag kosten pro Quadratmeter Brückendecke 12 bis 20 M.

Nach Launhardt rechnet man pro lauf. Meter eines Gleises einer ein- oder zweigleisigen Eisenbahnbrücke von 10 bis 80 m Spannweite unter normalen Verhältnissen als Gewicht der Eisenkonstruktion in Kilogramm:

$$p = 400 + 30\,l\,.$$

Tit. VI. Tunnel.[38])

Die Tunnellänge wird so bestimmt, dafs die Summe der Herstellungskosten der Voreinschnitte und des Tunnels ein Minimum wird.

Die Kosten der Tunnel sind wesentlich von der Beschaffenheit des Gebirges abhängig; je druckreicher das Gebirge ist, desto gröfser werden die Kosten. Rziha gibt in seinem Lehrbuch der Gesamt-Tunnelbaukunst für die verschiedenartigen Gebirge die folgenden summarischen Baukosten zweigleisiger Tunnel:

[38]) Vergl. Kap. VIII des vorliegenden Handbuchs.

Tabelle XXV.

Pos.	Geschätzte summarische Baukosten zweigleisiger Tunnel.	Mark.
I.	Tunnel durchweg zu schiefsen ohne Zimmerung und Mauerung:	
	a. Tunnel in massigem Sandstein pro lauf. m	765
	b. „ „ „ Kalkstein	860
	c. „ „ geschlossenem Rotliegenden	960
	d. „ „ geschlossener Grauwacke	1240
	e. „ „ massigem Eruptivgestein	—
II.	Tunnel, wo das Gestein noch durchweg geschossen werden mufs, mit leichter und teilweiser Zimmerung und durchweg leichter Mauerung pro lauf. m	1435
	Wo Blendmauerung nötig ist, pro lauf. m	1240
III.	Tunnel, wo das Gestein noch durchweg geschossen werden mufs, mit leichter und teilweiser Zimmerung und durchweg leichter Mauerung pro lauf. m	1435
IV.	Tunnel in teilweise zu schiefsendem Gestein, kräftiger Bölzung, durchgehendes und stärkeres Mauerwerk pro lauf. m	1530
V.	Tunnel, welche fast ohne Sprengarbeit ausgegraben, jedoch durchgehend mit starkem Mauerwerk und teilweise mit Sohlengewölbe versehen werden müssen, pro lauf. m	1720
VI.	Tunnel ohne Sprengarbeit, mit starkem Druck, vorwiegend Sohlengewölbe, pro lauf. m	1910
VII.	Tunnel unter schwierigen Terrainverhältnissen mit durchgehendem Sohlengewölbe pro lauf. m	2400

Bei grofsen Tunnellängen (über 1000 m), kurzer Bauzeit und sonstigen schwierigen Verhältnissen können diese Kosten um 10 bis 50% wachsen.

Eingleisige Tunnel kosten etwa 60—70% von dem, was zweigleisige Tunnel unter gleichen Verhältnissen kosten würden.

Tit. VII. Oberbau nebst allen Nebensträngen und zugehörigen Ausweichungen.

Die Länge der erforderlichen Gleiseanlagen setzt sich zusammen aus den durchlaufenden Hauptgleisen und den Nebengleisen auf den Bahnhöfen und Haltestellen, für welche häufig billigeres Material verwandt wird.

Die Länge der erforderlichen Nebengleise ist nach flüchtigen Skizzen für die einzelnen Bahnhöfe zu ermitteln. Bei ganz generellen Anschlägen kann man auch für dieselben bei den verschiedenen Klassen von Bahnhöfen nachstehende summarische Längen in Anrechnung bringen:

		lauf. Meter Nebengleise	Stückzahl Weichen
für gröfsere Bahnhöfe	I. Klasse (Trennungs- u. Endstationen)	8000	25
	II. Klasse	3000	15
	III. Klasse	1200	10
	IV. Klasse (Haltestellen)	500	4

Die Kosten des Oberbaues sind wesentlich von den Eisenpreisen abhängig und können daher in den verschiedenen Jahren sehr verschieden ausfallen.

Bei der Köln-Mindener Bahn stellen sich bei einem Grundpreise der Gufsstahlschienen von 180 M. pro Tonne die Kosten für

1 laufenden Meter Gleise fertig verlegt, gerichtet und gestopft inkl. aller Materialien, für welche ein mittlerer Bahntransport von 40 km angenommen ist, die Schienen aus Gufsstahl, 131 mm hoch, 6,59 m lang und je 240 kg schwer (pro lauf. Meter 36,4 kg schwer), — auf jede Schienenlänge kommen 7 eichene imprägnierte Schwellen, — auf 18,5 M. exkl. Kiesbettung.

1 **einfache Weiche** (Herzstück 1:10) 27,6 m lang wie vorstehend **inkl.** der durchgehenden Gleise von Zungenvorrichtung-Anfang bis Herzstück-Ende gerechnet auf 2100 M. exkl. Kiesbettung.

1 **Kurvenweiche** (Herzstück 1:6,7) 21,8 m lang desgl. auf 1800 M. exkl. Kies.

1 **dreiteilige Weiche** (Herzstück 1:10) desgl. auf 4000 M. exkl. Kies.

1 **Gleiskreuzung** (Neigung 1:10) 32 m lang desgl. auf 2500 M. exkl. Kies.

1 **Gleiskreuzung** mit einfacher englischer Weiche, 32 m lang desgl. auf 4000 M. exkl. Kies.

1 **Gleiskreuzung** mit doppelter englischer Weiche desgl. auf 5100 M. exkl. Kies.

Heusinger v. Waldegg gibt die Kosten für die Herstellung des zweiteiligen, ganz eisernen Oberbaues (nach System Hilf) inkl. Verlegen und Kosten des Kieses (1 cbm pro lauf. Meter à 6—9 M.) für das Jahr 1880 zu 30 M. 36 Pf.

Bei Anwendung von leichteren Schienen und kiefernen Schwellen lassen sich die angegebenen Kosten des Oberbaues bedeutend verringern und sind für jeden einzelnen Fall auf Grund der herrschenden Eisenpreise, der Schwellen und des Kieses überschläglich festzustellen. Für ganz generelle Kostenüberschläge möchten schon die Kolumnen 24 und 25 der Tabelle XXVI genügenden Anhalt geben.

Tit. VIII. Signale, nebst den dazu gehörigen Buden und Wärterwohnungen.

Pro Kilometer Bahnlänge ist ein Wärterposten mit Wärterbude event. nebst Wärterwohnung mit vollständiger Ausrüstung, sowie elektro-magnetischem Läutewerk etc. zu veranschlagen.

Eine Wärterbude mit vollständiger Ausrüstung kostet unter normalen Verhältnissen 750—900 M.

Optische Telegraphen sind nur zum Abschlufs der Bahnhöfe und Blockstationen erforderlich.

Ein optisches Signal einfacher Konstruktion ist für 250 bis 300 M. zu beschaffen.

Ein Wärterwohnhaus für 1 Familie für 3000 bis 4000 M.

Desgl. für 2 Familien für 5000 bis 6000 M.

1 Kilometer doppelte Telegraphenleitung von 4 mm Eisendraht, auf 60 bis 70 m von einander entfernt stehenden Stangen ruhend, etwa 300 M., jede folgende Leitung 120 M.

1 kompletter Morse'scher Sprechapparat mit Tisch und allem Zubehör 450 M.

1 Läutewerk mit Bude anzuliefern und auf der freien Strecke aufzustellen 300 M.

In der Regel wird man bei Tit. VIII von der Ermittelung der einzelnen erforderlichen, hierher gehörigen Gegenstände absehen können und die Kosten dieses Titels summarisch nach der Länge der Bahn in Rechnung bringen. Es ist dann zu rechnen pro Kilometer Bahnlänge:

Für Wärterbuden und Wärterwohnhäuser	1000—1500	M.
Für optische Signale	50	"
Für die Telegraphenleitung inkl. Einrichtung der Stationen und der Läutewerke	750—1000	"
Für Abteilungszeichen	100	"

Nach Tabelle XXVI, Kolumne 29 betragen die Kosten dieses Titels im Durchschnitt für deutsche Bahnen 1700 M., für österreichische Bahnen 1180 M.

Tit. IX. Bahnhöfe und Haltestellen nebst allem Zubehör an Gebäuden, ausschliefslich Werkstattsanlagen aller Art.

Über die Anlage und Einrichtung von Bahnhöfen siehe das Kapitel XIII des 1. Bandes des Handbuchs für specielle Eisenbahntechnik von E. Heusinger v. Waldegg.

Die Kosten für die Anlage der kleinsten Empfangsgebäude von 100 bis 200 qm betragen etwa pro Quadratmeter Grundfläche 150 M. Bei gröfseren Empfangsgebäuden bis zu 500 bis 600 qm erhöhen sich die Anlagekosten pro Quadratmeter auf 180 M. und bei sehr grofsen Bahnhofsanlagen an den Endstationen und gröfseren Trennungsbahnhöfen wachsen dieselben bis zu 250 M.

Grofse aus Eisen und Glas konstruierte Perronhallen kosten pro Quadratmeter 36 bis 50 M., sich freitragende Perrondächer 25 bis 30 M.

Güterschuppen aus Fachwerk lassen sich für 50 bis 60 M. pro Quadratmeter herstellen, während massive auf 60 bis 80 M. kommen.

Lokomotivschuppen sind mit 100 bis 120 M. pro Quadratmeter oder 6000 bis 9000 M. pro Lokomotivstand zu veranschlagen.

Wasserstationen für die Neubauten der Köln-Mindener Bahn kosten:

Wasserstationen	I. Klasse (Hauptbahnhöfe)	. . . .	22 500	M.
"	II. "	meist auf Zwischenstationen angewandt	15 000	"
"	III. "	. . . .	7 500	"

bei einem Fassungsraume der Reservoirs 77, resp. 34 und 17 cbm.

Wagenschuppen mit Fachwerkswänden und Pappdach kosten pro Quadratmeter rot. 30 M., mit massiven Aufsenwänden 50—60 M.

Man rechnet ferner (nach Gust. Meyer):

für Retiradengebäude pro Quadratmeter	75—90	M.
" Wirtschafts- und Stallgebäude	36—54	"
" 1 Wasserkran mit Fundierung	900—1500	"
" 1 Feuergrube	750—1050	"
" 1 gufseiserne Rohrleitung (0,157 m weit) inkl. Legen und Dichten pro laufende Meter	9—12	"
1 gufseiserne Rohrleitung 0,078 m weit	5—6	"
1 Brunnen 2 m weit, 8 m tief	900—1200	"
1 Centesimalwaage mit Häuschen	3600—4500	"
1 Vieh- und Wagenrampe für kleinere Stationen	1800—2400	"
Niedrige Perroneinfassung mit Platten und Mauerwerk für kleinere Stationen pro laufende Meter rot.	15—21	"
Befestigung des Perrons mit Lehmkies pro Quadratmeter .	1,5—2	"

Die innere Ausstattung der Gebäude und die äufsere Ausrüstung des Bahnhofes richtet sich nach der Gröfse desselben und kann man für ganz kleine Bahnhöfe hierfür 2000 M., für mittlere etwa 5000 M. und für gröfsere Bahnhöfe 10000 M. rechnen.

Grofse Drehscheiben für Lokomotiven mit Tender von 12 m Durchmesser kosten inkl. Fundation und Aufstellung etwa	15000	M.
Kleinere für Wagen von 5,65 m Durchmesser	6000	"
Schiebebühnen für Lokomotiven von 12 m Länge mit Vorgelege und Kurbel	7500—9000	"
Schiebebühnen mit nicht versenktem Gleise von rot. 5,5 m Länge für leere Wagen kosten etwa	3700—5000	"

Für Entwässerungsanlagen kann man pro Are Bahnhofsterrain etwa 10 M. rechnen.

Die Kosten für Einfriedigung des Bahnhofes, Absperrung der Perrons, Chaussierung und Pflasterung der Wege belaufen sich

für kleine Bahnhöfe auf rot.	6000—10000	M.
„ mittlere auf etwa	15000—20000	„
„ grofse „ „	30000—40000	„

Nach Tabelle XXVI, Kolumne 33 betragen die Durchschnittskosten des Titels IX Bahnhöfe und Haltestellen für deutsche Bahnen 23810 M., für österreichische Bahnen 24400 M., wobei jedoch die Kosten für Werkstattsanlagen einbegriffen sind.

Tit. X. Werkstattsanlagen.

Für Werkstättenanlagen rechnet Plefsner 2400 M. pro Kilometer Bahn.

Tit. XI. Aufserordentliche Anlagen, als Flufsverlegungen, Durchführung durch Festungswerke.

Für Strom- und Flufsregulierungen ist, so lange keine Specialprojekte vorliegen, und soweit dieselben nicht schon unter Tit. II berücksichtigt sind, pro Kilometer 1000 M. zu rechnen.

Die Höhe der Kosten bei Durchführung einer Bahn durch Festungswerke ist in jedem Falle speciell zu veranschlagen.

Tit. XII. Betriebsmittel.

Die Anzahl und die Art der zu beschaffenden Maschinen und Wagen richtet sich nach der Gröfse und der Art des zu erwartenden Verkehrs und nach den Steigungs- und Krümmungsverhältnissen der Bahn. Den besten und sichersten Anhalt für den erforderlichen Bedarf gibt ein Vergleich mit bestehenden, unter ähnlichen Verhältnissen ausgeführten Bahnen und verweisen wir zu diesem Zwecke auf die Tabellen XXVI und XXVII, welche das gesamte Betriebsmaterial aller deutschen, österreichischen und norwegischen Bahnen und deren Gesamtkosten nachweisen.

Für die Kostenberechnung der Beschaffung der einzelnen Betriebsmittel mögen die nachstehenden Preise einen Anhalt gewähren:

1 Personenzugmaschine mit 2 gekuppelten Achsen inkl. Tender und Reservoir	56000	M.
1 Güterzugmaschine mit 3 gekuppelten Achsen inkl. Tender und Reservoir rot.	63000	„
1 Tenderrangiermaschine rot.	40000	„
1 sechsrädriger Personenwagen I. und II. Klasse inkl. Achsen von Tiegelgufsstahl und schmiedeisernen Speichenrädern mit Bessemer Stahlbandagen	12000—13000	„
1 sechsrädriger Personenwagen III. Klasse wie oben . .	7000— 8000	„
1 vierrädriger Personenwagen III. Klasse wie oben rot.	6000	„
1 vierrädriger Personenwagen IV. Klasse wie oben . .	4800	„
1 vierrädriger Gepäckwagen mit Bremsen wie oben . .	5500	„
1 sechsrädriger Gepäckwagen wie oben	6500	„
1 vierrädriger bedeckter Güterwagen wie oben . . .	3000—3800	„
1 vierrädriger offener Güterwagen wie oben	2300—3200	„

Je nach dem Neigungsverhältnisse der Bahnen ist nach dem Bahnpolizeireglement für deutsche Eisenbahnen vom 12. Juni 1878:

		bei Personenzügen	bei Güterzügen
bei Bahnen mit Steigungen bis	1:500	der 8. Teil	der 12. Teil
	1:300	„ 6. „	„ 10. „
	1:200	„ 5. „	„ 8. „
	1:100	„ 4. „	„ 7. „
	1:60	„ 3. „	„ 5. „
	1:40	„ 2. „	„ 4. „

der Wagen mit Bremsen zu versehen und belaufen sich die Kosten für eine Bremse auf rot. 500 M.

An Kosten für Ausrüstung der Bahn mit kleineren Bahnwagen, Draisinen etc. für die Uniformierung des Personals rechnet man rot. 4—500 M. pro Kilometer.

Die Gesamtkosten für Betriebsmittel betragen im Durchschnitt pro Kilometer Bahn bei den deutschen Bahnen 35780 M., bei den österreichischen Bahnen 28600 M.

Tit. XIII. Verwaltungskosten.

Die Kosten für generelle Vorarbeiten in dem Umfange, wie sie nach den Vorschriften des preufsischen Ministeriums verlangt werden (vergl. § 9) können bei Anwendung des Aneroids und unter der Voraussetzung, dafs brauchbare Feldmarkskarten vorhanden sind, pro Kilometer veranschlagt werden:

in ebenem Terrain zu . . . . . 80—100 M.
in hügeligem Terrain zu . . . . . 120—180 „
in gebirgigem Terrain zu . . . . 200—300 „

Specielle Vorarbeiten, wie solche vom preufsischen Handelsministerium (vergl. § 15) verlangt werden, bei ausgedehnter Anwendung des Tachymeters und unter der Voraussetzung, dafs brauchbare Katasterkarten zur Verfügung sind, inkl. Grundstücksvermessung und Kartierung

in ebenem Terrain pro Kilometer zu 300—450 M.
in hügeligem Terrain pro „ „ 500—700 „
in gebirgigem Terrain pro „ „ 800—1200 „

Für Gehälter, Diäten und Reisekosten der Ingenieure, Geometer, Aufseher, Schreiber, Zeichner etc. während der Bauausführung pro Kilometer 1500—5000 M.

Für Gehälter und Reisekosten der Direktionsmitglieder und des nötigen Hülfspersonals, der Rendantur- und Kassenbeamten inkl. Bureaumiete pro Kilometer rund 1000 M.

Für Bureaumiete, Bureauutensilien, Heizung und Beleuchtung der Bureaux, sowie für Beschaffung der Instrumente etc. Botenlöhne und Briefporto pro Kilometer 500—800 M.

Da die Kosten des Titels XIII in engem Zusammenhange mit der gröfseren oder geringeren Schwierigkeit und Kostspieligkeit der Bauausführung stehen, so pflegt man häufig diese Kosten nach Prozenten der Gesamtsummen der Titel I bis XIII zu veranschlagen und können für dieselben von dieser Summe 3% angerechnet werden. (Vergl. Tabelle XXVI, Kolumne 40).

Tit. XIV. Insgemein.

Für etwaige provisorische Anlagen zum Beginn des Betriebes vor der gänzlichen Vollendung der Bahn, für Projektveränderungen während des Baues, für alle unvorhergesehenen Fälle, für Störung im Bau durch höhere Gewalt, ferner für die Kosten der Baupolizei und Krankenpflege und schliefslich für Gratifikationen an Direktoren und Baubeamte, sowie für Eröffnungsfeierlichkeiten etc. rechnet man 3% des ganzen unter den vorstehenden Titeln berechneten Baukapitals.

Tit. XVI. Zinsen während der Bauzeit.

Die Einzahlung des Baukapitals erfolgt in der Regel ratenweise und sind diese Raten unter Berücksichtigung der Bauzeit mit mindestens 5% zu verzinsen, so dafs man in Wirklichkeit etwa 7—10% des ganzen Anlagekapitals für Verzinsung in Anrechnung zu bringen hat. —

Die Titel XV, XVII und XVIII bedürfen einer Besprechung unsererseits nicht.

Am Schlusse jedes Kostenanschlages werden die Summen der einzelnen Titel in einer Rekapitulation zusammengestellt und daraus die Gesamtkosten der Bahn ermittelt.

§ 14. Erläuterungsbericht. Mit den im vorstehenden Paragraphen beschriebenen Arbeiten sind die generellen Vorarbeiten für eine Bahnanlage abgeschlossen, und es erübrigt für die Vorlage derselben bei dem Ministerium behufs Erlangung der Baukonzession nur noch, die gewonnenen Resultate in einem Erläuterungsberichte zusammenzustellen.

Der Erläuterungsbericht soll das ganze Projekt in grofsen Zügen beschreiben und begründen. Er giebt zunächst eine Darstellung der gewählten Richtung der Bahn und der Formation des von derselben durchzogenen Terrains, sowie der angewandten Kurven und Steigungen und hebt die Gründe hervor, welche die gewählte Linie an sich oder gegenüber etwaigen Varianten vorteilhaft und zweckmäfsig erscheinen lassen. Er erläutert ferner die Vorflut- und Wegeverhältnisse und motiviert die mit Rücksicht auf dieselben projektierten Anlagen und Bauwerke. Ebenso sind in demselben die geologischen Verhältnisse zu erörtern, soweit sie auf die Sicherheit der Bahn und Kosten der Bauausführung von Einflufs sind.

In dem Erläuterungsberichte sind ferner die Ergebnisse der kommerziellen Vorarbeiten aufzuführen und alle die Erwägungen zu entwickeln, welche zur Feststellung des für die technische Tracierung der Linie gewählten Programms geführt haben.

Einer besonderen Besprechung sind auch die projektierten Bahnhöfe und Haltestellen nach ihrer Lage und Gröfse, sowie die für den Betrieb erforderlichen Betriebsmittel an Lokomotiven und Wagen zu unterziehen.

Dem Erläuterungsberichte werden gewöhnlich in tabellarischer Zusammenstellung beigefügt:

1. Verzeichnisse der Steigungs- und Krümmungsverhältnisse der Bahn.
2. Ein Bauwerksverzeichnis.

Für diese Verzeichnisse werden vielfach die nachstehenden Formulare benutzt, die sich als zweckmäfsig bewährt haben. Zu dem letzteren sei bemerkt, dafs die Kolumne „Revisionsbemerkungen“ bestimmt ist, die bei Gelegenheit der landespolizeilichen Prüfung des Bahnprojektes von zuständiger Seite gemachten Einwände gegen die einzelnen Projekte und die Entscheidungen der Regierungen aufzunehmen.

Verzeichnis der Neigungsverhältnisse der Eisenbahn von A nach B.

Stations-No.	Horizontal auf eine Länge von	Steigen.		Fallen.		Höhe der Bahn über dem Horizont des Amsterdamer Pegels.	Die Bahnlinie		Bemerkungen.
		Länge in	Neigungsverhältnisse	Länge in	Neigungsverhältnisse		steigt um	fällt um	
	m	m	mm	m	mm		m	m	



Verzeichnis der Krümmungsverhältnisse von A nach B.

Stations-No.	Gerade Linie. Länge in m	Kurven.				Bemerkungen.
		Länge in m	Halbmesser in m	Centri-Winkel.	Kurvenrichtung.	

Verzeichnis der erforderlichen Anlagen und Bauwerke.

Lauf. No.	Nummer der Station.	Bezeichnung der Anlage.	Beschreibung der Wege und Vorflutverhältnisse nach ihrem jetzigen Zustande und Motivierung der projektierten Anlagen und Bauwerke.	Revisions-Bemerkungen.
1	20 + 14 bis 23 + 5	Parallelweg links 4 m breit	Für die Zugänglichkeit der hier von ihrem bisherigen Bewirtschaftungswege abgeschnittenen Acker- und Waldparzellen, gleichzeitig zur Vermittelung der Verbindung des bei Stat. 22 + 60 geschnittenen Mühlweges mit dem in Stat. 23 + 5 projektierten Niveauübergange ist links der Bahn von Stat. 20 + 14 bis Stat. 23 + 5 ein 4 m breiter Parallelweg erforderlich.	Anm.: Für diese Kolumne wird zweckmäfsig eine ganze Seite frei gelassen.
2	23 + 5	Niveau-Übergang 5 m breit	Der in Stat. 23 + 5 in Gemeinschaft mit vorerwähntem Mühlwege zu überführende Weg ist ein nicht chaussierter Kommunalweg von 6 m Breite. An der Übergangsstelle mufs der Weg wegen des Bahneinschnittes rot. 1,5 m gesenkt werden. Für den Übergang erscheint bei der geringen Frequenz des Weges eine Breite von 5 m zwischen den Barrièren und mit Rücksicht auf den Umstand, dafs in dem Wege Steigungen von 1 : 16 häufig vorkommen eine Rampenneigung von 1 : 20 ausreichend.	
3	31 + 80	Gewölbter Durchlafs 0,6 m weit	Der bei Stat. 31 + 80 geschnittene Wasserlauf dient bei Hochwasser zur Entwässerung des Gemeinde-Angers, südlich des Ortes N. Die für denselben gewählte Weite entspricht dem in der Chaussee N. N. für gleichen Zweck befindlichen Durchlasse von 0,6 m Weite und 0,8 m Höhe.	
4	44	Chaussee-Unterführung 8 m weit 4,5 m hoch	Die in Stat. 44 geschnittene Chaussee von M. nach N. hat eine Breite inkl. Reitweg und Fufsweg von 14 m. Bei der geringen Frequenz der Strafse, die sich nach Anlage der Bahn noch erheblich vermindern wird, erscheint indes eine Weite von 8 m für die Unterführung derselben (1,5 m Fufsweg, 6,5 m Fahrbahn) ausreichend. Zur Erzielung einer genügenden Durchfahrtshöhe ist die Strafse an der Übergangsstelle um 0,5 m zu senken.	

Im Nachstehenden lassen wir ein der Praxis entnommenes Beispiel für einen Erläuterungsbericht nebst zugehörigem Kostenanschlage folgen:

Erläuterungsbericht zu dem Projekte einer Sekundärbahn von Osnabrück nach Brackwede (Bielefeld).

a. Zweck und Charakter der Bahn.

Die projektierte Eisenbahn von Osnabrück nach dem nahe bei Bielefeld gelegenen Brackwede ist bestimmt, für eine Reihe von gewerbthätigen Ortschaften und vereinzelten Höfen, sowie von industriellen Etablissements — als wolche namentlich die fiskalischen Steinkohlengruben bei Borgloh, ferner die Saline bei Rothenfelde zu nennen sind — die so wünschenswerte Schienenverbindung untereinander sowohl, als mit dem bestehenden Bahnnetze herzustellen.

Die von der Bahnlinie berührte Gegend ist vorwiegend ackerbautreibend, es fehlt aber dabei schon jetzt nicht aufser den erwähnten grofsen industriellen Anlagen an reger Kleinindustrie aller Art, besonders Spinnereien, Webereien, Seilereien etc.

Bei der allgemeinen Wohlhabenheit der Bevölkerung läfst sich daher erwarten, dafs unter dem segensreichen Einflusse einer Bahnverbindung die bestehende Industrie rasch emporblühen und durch den erleichterten Verkehr eine wesentliche Förderung des öffentlichen Wohles erreicht werden wird.

Von gröfster Bedeutung ist die projektierte Bahn für die Kohlengruben bei Borgloh, welche bis jetzt bei der mangelnden Bahnverbindung naturgemäfs auf einen sehr beschränkten Verbrauchsbezirk angewiesen waren. Für dieselben würden neue Absatzgebiete aufgeschlossen werden und dadurch diese Werke erst in die Lage kommen, eine Erhöhung ihrer Förderung und damit eine angemessenere Ausbeutung erzielen zu können.

Unter diesen Umständen ist es sehr zu bedauern, dafs die in der Bevölkerung erweckten Hoffnungen, den lang gehegten Wunsch nach einer Bahnverbindung durch Vervollständigung des Bahnnetzes der nabeliegenden Bahngesellschaften verwirklicht zu sehen, sich leider bis jetzt nicht erfüllt haben und unter den gegenwärtigen Verhältnissen auf lange Zeit noch unerfüllt bleiben dürften.

Diese Sachlage hat die Beteiligten zu dem Entschlusse geführt, an die Ausführung der fraglichen Bahnanlage selbst Hand anzulegen und verdankt diesem Entschlusse das vorliegende Projekt seine Entstehung. Soll es Aussicht auf Durchführung haben, dann ist es vor allen Dingen notwendig, dafs für dasselbe nur möglichst geringe Opfer erforderlich werden, und mufste daher von vornherein von der Herstellung der Bahn in der luxuriösen Ausstattung der bestehenden Hauptbahnen abgesehen und eine Bahn niederer Ordnung, welche lediglich den praktischen Bedürfnissen zu entsprechen hat, ins Auge gefafst werden.

Dabei war zunächst die Frage zu entscheiden, ob die Bahn mit normaler oder schmaler Spurweite zu projektieren sei.

Für die Anwendung schmaler Spurweite spricht nur die billigere Herstellung. Diese würde allerdings von bestimmendem Einflusse sein müssen, wenn die durch die Anwendung schmaler Spur zu ersparenden Kosten so erheblich wären, dafs sie die Nachteile derselben überböten. Um darüber ein sicheres Urteil zu gewinnen, sollen zunächst die etwaigen Ersparnisse nach überschläglicher Berechnung zusammengestellt werden. Bei der Anwendung einer schmalen Spurweite gegenüber einer normalen Spur wird an den Kosten der folgenden Anschlagstitel eine Ersparung erzielt:

1. An Grunderwerb.
2. An Erdarbeiten.
3. An Durchlässen und kleinen Brücken.
4. An gröfseren Brücken.
5. An Oberbau.

Wir nehmen zum Vergleich für den vorliegenden Fall die geringste in Betracht kommende Spurweite, nämlich 0,75 m, an. Für eine solche würde nach § 8 der technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen die Breite des Bahnkörpers in Schienenoberkante gemessen 0,75 . 2,5 = rot. 1,9 m betragen müssen, während diese Breite bei Sekundärbahnen mit normaler Spur mindestens 3,3 m betragen soll, so dafs damit eine Einschränkung des Bahnkörpers um 1,4 m seiner Breite erreicht werden würde. Um das gleiche Mafs würden die Brücken und Durchlässe, ferner die Schwellen für den Oberbau um 0,7 m kürzer werden.

Aufser diesen direkten Ersparnissen kann möglicherweise noch durch den Umstand gespart werden, dafs die Anwendung stärker gekrümmter Kurven zulässig und damit die Möglichkeit gegeben ist, mit der Bahn dem Terrain mehr folgen, eventuell auch vorhandene Strafsen für die Bahnanlage in gröfserer Ausdehnung benutzen zu können. Bei dem vorliegenden Projekte ist das Letztere nicht der Fall. Die vorhandenen Strafsen würden nur auf geringe Längen für diesen Zweck ausgenutzt werden können. Dagegen würde in der Strecke von Osnabrück bis Hilter die Anwendung stärkerer Kurven eine Ersparnis von Erdarbeiten mit sich bringen, welche indessen zum Teil wieder durch die gröfsere Bahnlänge aufgewogen werden würde. Danach sind die zu ersparenden Kosten wie nachstehend zu schätzen:

1. Bei dem Grunderwerb.

1,4 . 52 500 = 73 500 qm = 735 Ar à durchschnittlich 50 M. ergiebt rot. . . . 37 000 M.

2. Bei den Erdarbeiten.

Die für die Normalspurbahn aufgestellte Massenberechnung weist eine durchschnittliche Einschnittstiefe von 0,9 m und eine Gesamteinschnittslänge von 18 000 m nach. Bei dieser Linie würden demnach bei Anwendung einer schmalen Spurweite 18 000 . 0,9 . 1,4 = 22 680 cbm weniger auszuschachten und in den Dämmen zu verbauen sein. In dem

Anschlage sind die Kosten für den cbm Boden zu 0,70 bis 1 M., durchschnittlich zu 0,85 M. berechnet, mithin würde eine direkte Ersparnis von rot. . . . . 19000 M.
erzielt werden. Bei Anwendung stärkerer Kurven würden nach Schätzung auf der Strecke von Osnabrück bis Hilter aufserdem noch 6000 cbm (die ganze von Station 0—218 zu bewegende Masse beträgt für das vorliegende Projekt = 95881) weniger zu verbauen sein à 0,85 M. ergibt rot. . . . . 5000 „
wobei wir die aus der Bahnverlängerung erwachsenden Kosten unberücksichtigt lassen wollen.

Summa Ersparnisse bei den Erdarbeiten . 24000 M.

3. Bei Brücken und Durchlässen.

Es sind in der bearbeiteten Linie im ganzen 86 Stück kleinere Brücken und Durchlässe mit einer Gesamtlänge von 784 m (inkl. Flügel und Stirnen) und von 0,3 bis 3 m Lichtweite in Anrechnung gebracht und pro lauf. m zu durchschnittlich 75 M. veranschlagt. An diesen würde bei schmaler Spur 86 . 1,4 = 120,4 lauf. m à 75 M. = 9030 M. erspart, rot. 9000 „

4. An gröfseren Brücken

kommt nur die Hasebrücke bei Osnabrück in Betracht, an welcher nach Schätzung zu sparen sind rot. . . . . 1000 „

5. Die Ersparnisse beim Oberbau

bestehen einmal in der Beschaffung von 1,8 m langen Schwellen, gegenüber solchen von 2,5 m Länge, ferner in dem geringeren Bedarf an Schottermaterial.

An jeder Schwelle sind bei der Beschaffung 0,8 M. zu ersparen, mithin 61106 . 0,8 rot. . . . . 49000 M.

Die Beschotterung ist für 57340 lauf. m Gleis zu berechnen. Der Minderbedarf beträgt 0,3 . 1,4 . 57340 = rot. 24080 cbm, welcher zu rot. 72000 M. zu veranschlagen . . . . 72000 „

121000 „

NB. Auf das Gewicht der Schienen hat die Spurweite als solche keinen Einflufs, es ist dasselbe lediglich von der Radbelastung der auf der Bahn zu befördernden Fahrzeuge, unter welchen die Lokomotive mit der gröfsten Radbelastung mafsgebend ist, abhängig. Wenn im allgemeinen und auch in dem vorliegenden Falle bei normalspurigen Bahnen schwerere Schienen zur Anwendung kommen, als solche für schmalspurige Bahnen der kleineren Fahrzeuge wegen ausgenutzt werden könnten, so darf doch der für leichtere Schienen bei Schmalspurbahnen aufzuwendende Minderbetrag nicht als Ersparung angesehen werden, da, um ein gewisses Quantum von Gütern zu befördern, bei leichteren Schienen die Anzahl der Züge und der Betriebsmittel vermehrt werden müfste und aufserdem die Betriebsausgaben durch die gröfsere Anzahl Züge erhöht werden würden.

Im ganzen ergiebt sich eine Ersparnis von rot. . 192000 M.

Diesem Vorteile stehen nun folgende Nachteile gegenüber:

1. Ein wesentlicher Nachteil besteht darin, dafs die fiskalischen Kohlengruben bei Borgloh genötigt sind, eine normalspurige Verbindungsbahn von ihren Schächten aus nach der Georgs-Marien-Hütte herzustellen, um direkt an die bestehende normalspurige Bahn auf der Georgs-Marien-Hütte anschliefsen zu können, damit die vorhandenen Betriebsmittel der Georgs-Marien-Hütte zwischen dieser und dem Otto- und Georgs-Schacht direkt verkehren können. Ebenso wünschenswert ist es, dafs auch die Betriebsmittel der Sekundärbahn den Verkehr zwischen diesen Schächten und der Hütte vermitteln können. Dieser Umstand würde es notwendig machen, auf der Strecke von den Schächten bis zur Hütte 2 Gleise in einander zu bauen und also aufser normalen Schwellen noch eine 3. Schiene erheischen.

Die Mehrkosten würden sich berechnen wie folgt:

3000 lauf. m Schienen à 26 kg = 78000 kg, à 1000 kg = 160 M. .	12480	M.
800 Stück Laschen à 3,3 kg à 0,2 M.	528	„
1600 Stück Bolzen à 0,84 kg à 0,25 M.	336	„
6400 Stück Schienennägel à 0,255 kg = 1632 kg, à 1000 kg = 205 M. .	335	„
3200 Stück Schwellen an Mehrkosten à 0,8 M.	2560	„
1,4 × 0,3 × 3000 = 1260 cbm Schottermaterial à 3,0 M.	3780	„
Zusammen .	20000	M.

2. Es würden alle Güter, welche über die Anschlufsstationen Osnabrück oder Brackwede hinausgehen, umgeladen werden müssen. Voraussichtlich würde das bei den meisten zu transportierenden Gütern der Fall sein, namentlich für den Verkehr der südlich von Rothenfelde liegenden Ortschaften, welcher schon jetzt sehr lebhaft zwischen diesen und Bielefeld besteht, und alsdann auf der Anschlufsstation Brackwede eine Umladung erfordern würde.

Um Zahlen zu Grunde zu legen, soll angenommen werden, dafs $^2/_3$ der zu transportierenden Güter umgeladen werden müfsten. Weiter unten ist der Güterverkehr auf 86000 Tonnen per Jahr geschätzt. Berechnet man nun die Kosten des Umladens mit nur 0,2 M. per Tonne, so ergiebt das eine Ausgabe von $^2/_3 . 86000 . 0{,}2 = 11470$ M. per Jahr, was bei 5% Verzinsung einen Kapitalwert von 230000 M. repräsentiert, welcher allein schon hinreicht, die oben nachgewiesenen Ersparungen bei einer Schmalspurbahn vollständig zu decken. Aufser diesen direkten Umladekosten kommt noch der Verlust in Betracht, welcher an einzelnen Gütern durch die infolge des Umladens eintretende Entwertung derselben entsteht, und welcher namentlich bei den Kohlen der Borgloher Gruben nicht unerheblich sein würde.

3. Die Anwendung von normaler Spurweite bietet die Möglichkeit, bei vorübergehendem gröfseren Bedarf an Betriebsmitteln etwaigem Mangel durch leihweise Inanspruchnahme der Betriebsmittel der benachbarten Hauptbahnen abzuhelfen, wobei noch der Umstand ein besonders günstiger ist, dafs die projektierte Bahn sofort in direkte Verbindung mit dem Bahnnetz 4 verschiedener Bahnverwaltungen tritt, nämlich mit der hannoverschen Staatsbahn und der Oldenburg-Osnabrücker Bahn in Osnabrück, mit der Köln-Mindener Bahn in Brackwede und mit der Bahn der Georgs-Marien-Hütte in Oesede. Dieser Umstand läfst es unbedenklich erscheinen, für den Anfang des Betriebes nur einen verhältnismäfsig geringen Betriebspark in Aussicht zu nehmen, ohne nachteilige Betriebsstörungen befürchten zu müssen, so dafs damit an dem ersten Anlagekapital gespart werden kann.

4. Die Anwendung normaler Spurweite ermöglicht es, den zu erwartenden Durchgangsverkehr auf der projektierten Bahn aufzunehmen, welcher bei einer Schmalspurbahn absolut ausgeschlossen sein würde. —

Diese Sachlage läfst die Wahl zwischen schmaler und normaler Spurweite für das vorliegende Bahnprojekt nicht zweifelhaft erscheinen und hat denn auch die Verwaltung der fiskalischen Gruben eine Beteiligung ihrerseits an dem Unternehmen nur für den Fall in sichere Aussicht gestellt, dafs die oben aufgeführten Verhältnisse bei den übrigen Beteiligten volle Würdigung finden und dementsprechend die Bahnanlage mit normaler Spurweite des Gleises projektiert und ausgeführt werden würde.

Hiernach wurde die Bahn als normalspurige Sekundärbahn projektiert.

b. Richtung der projektierten Linie.

Für die allgemeine Richtung der Bahn von Osnabrück nach Brackwede wurde die möglichst nahe Berührung der Kohlengruben bei Borgloh, dann der Ortschaften Hilter, Rothenfelde, Dissen und Halle als mafsgebend angesehen.

Die Unterlagen für die Bearbeitung des Projekts in dieser allgemeinen Richtung bildeten ausgedehnte Aufnahmen der Situation und Höhen des fraglichen Terrains, welche es gestatteten, alle in Frage kommenden Lagen der Linie zu versuchen und durch vergleichende Berechnungen mit einiger Sicherheit die möglichst günstige Lage für dieselbe zu ermitteln.

Die unter den gegebenen Verhältnissen am zweckmäfsigsten gefundene Linie beginnt in Osnabrück am südwestlichen Ende des dortigen Bahnhofes der hannoverschen Staatsbahn, mit welcher die Verbindung durch ein kurzes Gleise herzustellen ist. In einer Länge von 800 m bis hinter der alten Hase liegt sie hier unmittelbar neben der hannoverschen Staatsbahn und passiert mit dieser gemeinschaftlich die in ausreichender Weite erbaute Überführung der Köln-Mindener Bahn. Das fertige Planum für das zweite Gleis der hannoverschen Staatsbahn wird auf dieser Strecke jetzt nur teilweise ausgenutzt. Es darf wohl angenommen werden, dafs zur Unterstützung des gemeinnützigen Unternehmens die vorläufige Benutzung dieses Terrains für die projektierte Bahnanlage von Seiten der Staatsbahn gestattet werden wird, um so mehr, da ja voraussichtlich der Staatsbahn selbst aus der Herstellung der Sekundärbahn durch Zuführung eines neuen Verkehrs Vorteile erwachsen werden. Bei der Kostenberechnung der projektierten Bahn wurde diese Begünstigung vorausgesetzt und demnach für die Überbrückung der alten Hase in Stat. 8/9 nur ein neuer eiserner Oberbau zu den vorhandenen Widerlagern veranschlagt.

Anschliefsend an den Bahnhof der Staatsbahn ist unmittelbar neben dem Übergange der Chaussee nach Ostercappeln über die Staatsbahn der Bahnhof für die neue Bahn in Aussicht genommen.

Nach Übersetzung der alten Hase entfernt sich die projektierte Bahn von der Staatsbahn und übersetzt die zu diesem Zwecke etwas zu korrigierende neue Hase mit einer 10 m weiten schiefen Brücke,

Nach Überschreitung der Meller Chaussee erreicht die Bahn, sich möglichst an das Terrain anschmiegend den Harderberg, an welchem sie die Strafse von Osnabrück nach Hilter im Niveau kreuzt, und gelangt bis nahe an den Ort Oesede, vor welchem sie mit einer Kurve von 350 m Radius in eine nahezu östliche Richtung übergeht und hier in das Dütethal gelangt, welchem sie bei mehrmaliger Überschreitung des Baches an Kloster Oesede und dem Ottoschacht vorüber aufwärts bis zur Überschreitung der Strafse von Iburg nach Melle folgt.

Auf der Strecke von Oesede bis zum Kloster Oesede fällt die Linie mit der von der Bergbauverwaltung projektierten Bahnlinie vom Ottoschacht nach der Georgs-Marien-Hütte zusammen. Diese Strecke würde also für beide Bahnen gemeinschaftlich werden.

Die Abzweigungen finden bei Oesede neben der Kohlenstrafse dicht bei dem Glückaufschachte und hinter dem Ottoschachte statt, an welchen beiden Orten Haltestellen projektiert sind. Für die Bauerschaft Wellendorf, namentlich für den Ort Borgloh, ist zwischen den im Niveau geschnittenen Strafsen von Iburg nach Melle und von Osnabrück nach Rothenfelde die Haltestelle Wellendorf vorgesehen. Hier verläfst die Linie das eigentliche Dütethal, indem sie einem Nebenthale desselben folgt, das sie bis zum höchsten Punkte der Bahn, zur Wasserscheide am Hankenberge führt, welche sie unmittelbar neben der Rothenfelder Chaussee überschreitet. Von hier ab folgt die Bahnlinie im allgemeinen der südlichen Richtung der genannten Chaussee an der östlichen Thallehne daselbst und gelangt in dieser allgemeinen Richtung nach Überschreitung der nach Dissen abzweigenden Chaussee bis in die Nähe von Rothenfelde, wobei sie sich überall dem Terrain möglichst anschmiegt. Die Haltestelle Hilter ist südlich der Ortschaft, dicht neben der Chaussee projektiert. Die Haltestelle für Rothenfelde wurde ebenfalls neben die Chaussee in möglichste Nähe des Ortes gelegt. Von dem Rothenfelder Bahnhofe ab wendet sich die Bahnlinie nach Osten, überschreitet südlich vom Palsterkamp die Chaussee von Rothenfelde nach Dissen, geht in möglichster Nähe südlich an Dissen vorbei, für welches der Bahnhof im Anschlufs an die Viehstrafse vorgesehen ist, und erreicht südöstlich von Dissen die nach Halle führende Chaussee, welche auf einer Länge von 3 km event. mitbenutzt werden kann.

Vor der Kreuzung dieser Chaussee mit der von Versmold nach Borgholzhausen führenden Strafse, an welcher für die Orte Borgholzhausen und Versmold die Haltestelle Ravensberg projektiert ist, verläfst die Linie die Haller Chaussee, da sie ihr der bedeutenden Steigungen wegen nicht mehr folgen kann und führt westlich derselben in einer geraden südöstlichen Richtung durch eine flache Niederung mit Überschreitung mehrerer Feldwege und unbedeutender Wasserläufe nahe der Stadt Halle vorüber, wo sie die von Halle nach Tatenhausen führende Chaussee kreuzt und neben der letzteren an der Nordwestseite der Bahnhof Halle vorgesehen ist.

Zwischen dem alten und neuen Haller Kirchhofe hindurch, durch die Küsebecker Heide, über den Kunsebecker-, den Pfoten- und Landbach nimmt die Bahn bis in die Nähe von Steinhagen eine mehr südliche Richtung an. Die Haltestelle Steinhagen ist im Anschlufs an den Weg von Steinhagen nach der Halle-Brackweder Chaussee nordöstlich von dem Orte projektiert.

Von hier ab geht die Linie mit Überschreitung der Steinhagen-Brackweder Chausse in der Nähe des ersten Ortes in nahezu gerader südöstlicher Richtung gegen Brackwede und zwar zwischen der Friedrich-Wilhelms-Bleiche und der Maschinenfabrik der Herren Möller hindurch und kreuzt darauf in einem gröfseren Bogen die Gütersloher Chaussee. Vor dem Bahnhofe Brackwede der Köln-Mindener Bahn legt sich die neue Bahnlinie neben die letztere und ist hier in einer Höhe von 7,3 m unter dem Planum der Köln-Mindener Bahn die Endstation der projektierten Bahn angenommen, welche durch ein direktes Gleise mit dem Köln-Mindener Bahnhofe zu verbinden sein würde.

c. Terrainverhältnisse und Motivierung der gewählten Linie.

Die Terrainverhältnisse sind für die erste Hälfte der projektierten Bahn von Osnabrück bis Dissen ungünstig zu nennen. Auf dieser Strecke mufs die Bahn den Höhenzug überschreiten, welcher sich vom Teutoburger Walde ab in nordwestlicher Richtung bis nach Rheine erstreckt. Dabei fällt dieser Höhenzug nur an der Seite nach Dissen einigermafsen gleichmäfsig bis in die Ebene ab, während er auf der Osnabrücker Seite in ein unregelmäfsiges Hügelland übergeht, so dafs es nicht möglich ist, von Osnabrück ab bis auf die Höhe des Bergrückens, den Hankenberg, ohne verlorene Steigungen, welche durch die Nebenberge veranlafst werden, zu gelangen.

Auf dieser Strecke sind mehrere Hauptrichtungen für die Bahn möglich, von denen für den Zweck der generellen Vorarbeiten nur 2 näher bearbeitet worden sind, welche von vornherein als die günstigsten erschienen.

Von den beiden in Rede stehenden Hauptrichtungen geht die eine von Osnabrück ab in mehr gerader Richtung an dem Harderberge vorüber nach dem Georgsschacht und weiter zur Wasserscheide,

während die andere in der oben beschriebenen Weise vom Harderberge ab nach Oesede hin abschwenkt und auf dem Wege im Dütethale den Georgschacht erreicht. Die erste genannte Linie ist allerdings um 3000 m kürzer, als die letztere, hat aber dieser gegenüber die Nachteile, dafs bei ihr einmal eine noch um 29 m gröfsere verlorene Höhe zu überwinden ist, und ferner, dafs die nach Dissen zu von dieser Höhe abfallende Rampe eine stärkere Neigung, nämlich 1 : 40 gegenüber der in der anderen Linie von 1 : 67 erhalten mufs. Aufserdem liegen auf dieser Linie keine Ortschaften, während die gewählte Linie die Orte Oesede und Kloster Oesede nahe berührt, so dafs schon diese Gründe genügend erscheinen, der Linie über Oesede vor der ersteren den Vorzug zu geben. Dazu kommt, dafs, wie oben bereits erwähnt, die gewählte Linie in einer Länge von 2,2 km mit der von der Bergbauverwaltung projektierten Bahnlinie vom Ottoschacht nach der Georgs-Marien-Hütte zusammenfällt, und daher diese Strecke eine gemeinschaftliche Benutzung gestattet. Es wurde daher die letztere Linie gewählt und der weiteren Bearbeitung zu Grunde gelegt.

Weniger Schwierigkeiten bietet die Wahl der Linie auf dem südlichen Abhange des Hankenberges, wo durch eine ziemlich gleichmäfsig abfallende Thalsenke in der Richtung der zu berührenden Ortschaften Hilter und Rothenfelde die Lage derselben in engen Grenzen gegeben ist.

Bei Rothenfelde erreicht die Linie nahezu ebenes Terrain. Nur kurz hinter Dissen ist noch eine Terrainwelle mit einem verhältnismäfsig grofsen Einschnitte zu durchsetzen. Letzterer hätte allerdings vermieden werden können, indem man diese Höhe rechts umging, die Bahnlinie würde hier aber mehrere zerstreut liegende Gehöfte und Wiesen durchschnitten haben, weshalb diese Lage nicht gewählt werden konnte.

Von Dissen ab bis unmittelbar vor der Station Brackwede ist das Terrain für die Bahnanlage ein sehr günstiges. Dasselbe ist fast eben zu nennen, auch sind hier sonst durch gröfsere Wasserläufe oder kostspieligen Grund und Boden keine besonderen Schwierigkeiten gegeben und konnte die Linie hier fast lediglich nach der Situation festgelegt werden, wobei zerstreut liegende Gehöfte und teurer Grund vermieden wurden. Nur unmittelbar vor dem in Anschlufs zu bringenden Bahnhofe Brackwede der Köln-Mindener Bahn bietet das Terrain neue Schwierigkeiten, indem dasselbe verhältnismäfsig steil zu dem hoch gelegenen Bahnhofe der genannten Bahn ansteigt.

Für die Wahl der Linie kurz vor Brackwede waren folgende Forderungen bestimmend:

1. Bahnhof Brackwede der neuen Bahn ist möglichst nahe an den bestehenden Bahnhof zu legen, um namentlich den Personenverkehr zu erleichtern.
2. Der Bahn selbst ist eine möglichst geringe Steigung zu geben.
3. Der Anschlufs einer etwa später zu erbauenden Fortsetzung der Bahn in der Richtung nach Paderborn ist möglichst zu erleichtern.
4. Eine direkte Verbindung gegenüber einer Verbindung mittels Kopfgleises mit dem Köln-Mindener Bahnhofe ist erwünscht.

Unter verschiedenen versuchten Varianten wird von der in den Plänen eingetragenen Linie den gestellten Forderungen am besten entsprochen, wonach die Wahl derselben entschieden wurde.

d. Neigungs- und Krümmungsverhältnisse.

Den besprochenen Terrainverhältnissen entsprechen die Neigungs- und Krümmungsverhältnisse der Bahn. Während auf der Strecke von Osnabrück bis Rothenfelde starke Neigungen und Krümmungen vorkommen, sind von Rothenfelde bis kurz vor Brackwede die Neigungen wie die Krümmungen der Linie sehr flach.

Unter den vorliegenden Verhältnissen kommt es vor allem darauf an, die ersten Anlagekosten der Bahn möglichst gering zu halten. Um das zu ermöglichen, mufsten auf der ersteren Strecke Neigungen bis zu 1 : 40 und Kurven bis zu 300 m Radius (an einer einzelnen Stelle am Hankenberge in geringer Länge 200 m) angewandt werden, da anderenfalls bedeutende Erdarbeiten, selbst ein Tunnelbau, unvermeidlich gewesen sein würden.

Wenn man erwägt, dafs eine grofse Anzahl Hauptbahnen, selbst solche ersten Ranges, mit derartigen Neigungs- und Krümmungsverhältnissen zum Teil in weit ausgedehnterem Mafse angelegt sind, so können daraus für die in Frage stehende Sekundärbahn mit geringerem Verkehr und geringerer Fahrgeschwindigkeit keinerlei ernstliche Bedenken entstehen.

Aus den beigefügten Plänen und Verzeichnissen sind die Neigungs- und Richtungsverhältnisse der projektierten Linie im einzelnen zu ersehen. Danach liegen 14306 m der ganzen Länge der Linie in einer Horizontalen und 38194 m in Neigungen von 1 : 40 bis 1 : 1000, ferner 37057 m Länge in gerader Linie, 15443 m in Kurven von 300 bis 1000 m Radius.

Als die bedeutenderen Neigungen seien besonders hervorgehoben: die auf- und absteigenden Rampen am Harderberge, von denen die auf der Osnabrücker Seite auf eine Länge von 870 m eine Neigung von 1:50 und auf 1200 m Länge eine solche von 1:80 aufweist, während die nach Oesede abfallende Rampe auf eine Länge von 1700 m in einer Neigung von 1:80 bis 1:67 liegt. Ferner die Auffahrt auf die Wasserscheide am Hankenberge mit einer Neigung von 1:40 bei 1668 m Länge und die Abfahrt mit einer 1320 m langen Neigung von ebenfalls 1:40. Außerdem noch die 900 m lange Neigung von 1:77 vor dem Bahnhofe Brackwede. Das Verbindungsgleise mit der Station Brackwede der Köln-Mindener Bahn hat eine Neigung von 1:40 auf eine Länge von 292 m.

e. Bauliche Verhältnisse.

Für die Bahnanlage ist überall nur das absolut Notwendige vorgesehen, jedes Entbehrliche vermieden; dagegen für alles Notwendige unter Beachtung aller bestehenden Vorschriften eine solide und dauerhafte Ausführung angenommen.

Profil der Bahn. Das Profil der eingleisigen Bahn ist nach Maßgabe der von dem Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen beschlossenen Grundzüge für die Gestaltung der sekundären Eisenbahnen konstruiert. Die Kronenbreite der Bahn ist zu 3,3 m, die Höhe der Bettung zu 0,3 m angenommen.

Erdarbeiten. Die zur Herstellung des Bahnkörpers zu bewegenden Erdmassen belaufen sich im ganzen auf rot. 230000 cbm oder per km Bahnlänge durchschnittlich auf rot. 4400 cbm. Die größten Einschnitte bei Station 204 und bei Station 65 haben eine Masse von 17300 cbm resp. 13000 cbm bei einer Maximaltiefe von 8 resp. 3 m, die größten Dämme bei Station 102, Bahnhof Oesede, und bei Station 245, Bahnhof Rothenfelde, eine Masse von je rot. 16000 cbm, dabei sind die letzteren im Maximum 3 m hoch. Bei der im allgemeinen sehr geringen Einschnittstiefe wird der tiefer stehende Felsboden auf der Strecke von Osnabrück bis Dissen nur an vereinzelten Stellen bei der Bahnausführung erreicht werden, im allgemeinen ist auf dieser Strecke Ackerkrume und Lehmboden und nur an wenigen Stellen in geringer Masse leichter Felsboden zu lösen; auf der Strecke von Dissen bis Brackwede lehmiger Sand.

Die Einschnitts- und Dammböschungen sind dementsprechend durchweg mit 1½füßiger Dossierung projektiert.

Wege- und Vorflutanlagen. Die erforderlichen Anlagen zur Aufrechterhaltung des Verkehrs auf den von der Bahnlinie geschnittenen Wegen sind von sehr untergeordneter Bedeutung. Sämtliche überschrittene Wege mit einziger Ausnahme des Weges bei Station 200 + 60 werden mit geringen Rampenhöhen im Niveau überführt und machen im ganzen nur unerhebliche Erd- und Befestigungsarbeiten notwendig. Barrièren zur Absperrung der Wegeübergänge sind nach § 27 der Bestimmungen aus den technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen für Sekundärbahnen nur an sehr frequenten Wegen und auch hier nur in dem Falle erforderlich, wenn die Bahn mit einer größeren Zuggeschwindigkeit als 15 km per Stunde befahren werden soll. Da unter den in Frage stehenden Straßen nur wenige sind, welche als sehr frequent anzusehen wären, und die Zuggeschwindigkeit beim Überfahren derselben event. leicht auf die vorgeschriebene Geschwindigkeit reduziert werden kann, so sind in dem Projekte Barrièren für die Wegeübergänge überhaupt nicht vorgesehen.

Ebenso günstig sind die Vorflutverhältnisse für die Bahnanlage. Auf der ganzen Strecke ist nur ein Flußlauf zu überschreiten, der nennenswerte Arbeiten notwendig macht, und zwar die Hase bei Osnabrück; alle übrigen von der ganzen Bahnlinie geschnittenen Wasserläufe sind kleine unbedeutende Gräben. In dem beigefügten Bauwerksverzeichnisse sind sämtliche für dieselben erforderlichen Durchlässe aufgeführt.

Für die Hase ist eine schiefe Brücke mit 1 Öffnung von 10 m normaler Lichtweite, mit massiven Widerlagern und eisernem Oberbau angenommen; außerdem wird eine Korrektion derselben auf eine Länge von 70 m erforderlich.

Oberbau. Die starken Neigungen auf der Strecke von Osnabrück bis Hilter machen die Anwendung schwerer Lokomotiven notwendig. Für den Anfang des Betriebes sind Maschinen von 200 bis 250 Pferdekräften mit einer Radbelastung bis zu 4500 kg vorgesehen, es erscheint aber sehr zweckmäßig, den Oberbau so stark zu wählen, daß die Radbelastung der Lokomotiven event. erheblich größer sein kann, namentlich um in der etwaigen Verwendung der Betriebsmittel der 4 Anschlußbahnen nicht beschränkt zu sein. In Rücksicht hierauf wurde für die Schienen ein Profil konstruiert, welches nach den bestehenden Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen für Hauptbahnen eine Radbelastung von 7000 kg mit Sicherheit tragen kann.

Die Entfernung der Schwellen von Mitte zu Mitte soll 1 m betragen. Dabei liegt die Schiene bei einer Schwellenbreite von 0,32 m auf eine Länge von 0,68 m frei. Die Schienen sollen aus Gußstahl

hergestellt werden, für welchen eine Inanspruchnahme von 1000 kg pro qcm anzunehmen ist. Das Widerstandsmoment, welches das Schienenprofil bieten muſs, berechnet sich demnach zu

$$W = \frac{34 . 3500}{1000} = 119.$$

Die Höhe der Schienen beträgt 114,5 mm, die Breite des Fuſses 95 mm, das Gewicht pro lauf. m 26 kg.

Die Schienenlänge ist zu 7,5 m angenommen, für welche 8 Stück imprägnierte kieferne Querschwellen von normalen Dimensionen als Unterlage bestimmt sind.

Bahnhöfe. Bahnhöfe oder besser Haltestellen sind auſser den Anschluſsstationen Osnabrück und Brackwede 9 Stück projektiert, und zwar für die Ortschaft Oesede, den Ottoschacht, Wellendorf (Borgloh), Hilter, Rothenfelde, Dissen, Ravensberg (Borgholzhausen), Halle und Steinhagen. Die Anlage derselben soll auf das Notwendigste beschränkt werden. Jede Station erhält ein in Fachwerk ausgeführtes Stationsgebäude mit Bureauräumen, Warteraum und angebautem Schuppen für Stückgüter, sowie Retiraden.

Neben dem durchgehenden Gleise ist ein zweites Gleise von 150 m Länge und ein 170 m langes Nebengleise zum Güterschuppen und zu den Freiladestellen nebst einer Viehrampe angeordnet.

Die Stationen Osnabrück und Brackwede erhalten auſserdem einen Lokomotivschuppen nebst Wasserstation, einen Kohlenschuppen mit Kohlenladebühne und ein Verbindungsgleis mit dem Bahnhofe der hannoverschen Staatsbahn resp. mit dem der Köln-Mindener Bahn. Ferner ist auf dem Bahnhofe Dissen noch eine Wasserstation erforderlich.

Drehscheiben sind vorläufig überflüssig, weil für den Anfang des Betriebes nur Tenderlokomotiven beschafft werden sollen.

Die Haltestelle am Ottoschacht (Kloster Oesede) ist von der Bergbauverwaltung einzurichten und ist daher in dem Kostenanschlage für dieselbe nichts ausgeworfen.

Betriebsmittel. Für die Bemessung des für den Anfang des Betriebes zu beschaffenden Betriebsmaterials an Lokomotiven und Wagen bietet die weiter unten ausgeführte Ermittelung des mutmaſslich zu erwartenden Verkehrs einen Anhalt. Danach sind für den normalen Personen- und Güterverkehr täglich 2 gemischte Züge erforderlich, welche die ganze Bahnlänge in jeder Richtung durchfahren und je aus 3 Personenwagen, 1 Packwagen und 4 Güterwagen bestehen, wobei auf einen entsprechenden Prozentsatz leer laufender Wagen Rücksicht genommen ist.

Auſserdem sind noch im Jahre 660 Kohlenzüge mit je 5 bis 6 Waggons von 200 Ctr. Ladefähigkeit auf eine Länge von 12,5 km zu befördern.

Die Normalzüge haben exkl. Maschinen ein Bruttogewicht von 1700 Ctr. Soll ein solcher Zug über die ganze Strecke ungeteilt und ohne Vorspannmaschine auf den Neigungen von 1 : 40 gefördert werden, so ist dazu eine Lokomotive von 200 bis 250 Pferdekräften erforderlich, welche diesen Zug auf den genannten kurzen Steigungen mit 15 km Geschwindigkeit pro Stunde und einen noch gröſseren Zug auf dem übrigen Teile der Linie mit 30 km Geschwindigkeit pro Stunde zu befördern im stande ist. Bei Reduktion der Geschwindigkeit kann die Zuglast entsprechend vermehrt werden.

Für 2 tägliche Normalzüge sind 2 Lokomotiven notwendig. Eine dritte Lokomotive von gleicher Stärke ist für die Kohlenzüge und sonstige Extrazüge und eine vierte Lokomotive als Reserve erforderlich, wonach im Kostenanschlage die Beschaffung von 4 Stück 200- bis 250 pferdigen Maschinen vorgesehen ist.

An Wagen ist für die in Aussicht genommenen Züge, mit Rücksicht darauf, daſs event. für zeitweilig gröſseren Bedarf das Betriebsmaterial der 4 direkt anschlieſsenden Bahngesellschaften leihweise mit in Anspruch genommen werden kann, die Beschaffung von:

8 Personenwagen II. und III. Klasse mit je 40 Sitzplätzen,
2 Gepäckwagen,
12 bedeckten Güterwagen und
40 offenen Güterwagen

vorläufig als ausreichend anzusehen, und wurde im Kostenanschlage eine diesem Wagenpark entsprechende Summe ausgeworfen.

f. Anlagekosten.

In dem anliegenden Kostenanschlage sind die gesamten Anlagekosten der Bahn mit Sorgfalt berechnet. Dabei sind die Massen der einzelnen Positionen so genau, als es die immerhin nur generellen Vorarbeiten gestatten, ermittelt und die Einheitspreise den örtlichen Verhältnissen angepaſst.

Der Kostenanschlag weist in den einzelnen Titeln folgende Summen nach:

	Anschlags-summe in Mark.	Prozente der Gesamt-summe.	pro km Mark.
1. Grunderwerb	276 000	11,0	5 200
2. Erdarbeiten	223 000	8,9	4 200
3. Unterhaltung	42 000	1,7	800
4. Einfriedigungen	5 250	0,2	100
5. Wegeübergänge und Parallelwege .	59 000	2,4	1 100
6. Durchlässe und kleine Brücken . .	59 000	2,4	1 100
7. Gröfsere Brücken	13 000	0,5	200
8. Oberbau	1 080 000	43,1	20 500
9. Signale und Wärterbuden	18 000	0,7	500
10. Bahnhöfe	191 000	7,7	3 600
11. Aufserordentliche Anlagen	3 000	0,1	100
12. Betriebsmittel	331 800	13,3	6 500
13. Verwaltungskosten	90 000	3,6	1 700
14. Insgemein	47 950	2,0	900
15. Zinsen während der Bauzeit . . .	61 000	2,4	1 100
Summa .	2 500 000	100,0	47,600

Somit betragen die Anlagekosten bei der vorhandenen Bahnlänge von 52,5 km (inkl. der Verbindungsgleise auf den Anschlufsstationen) pro km durchschnittlich rot. 47 600 M. oder pro Meile 357 000 M. (119 000 Thlr.).

Diese Kosten müssen für eine normalspurige Bahn allerdings gering erscheinen, es ist aber nicht zu bezweifeln, dafs die projektierte Bahn in der im Vorstehenden erläuterten Weise zu dem veranschlagten Preise vollständig fertig und betriebsfähig hergestellt werden kann. Auch liefern bereits ausgeführte deutsche normalspurige Sekundärbahnen den Beweis dafür.

Die 87,5 km lange normalspurige Sekundärbahn von Neumünster nach Tönning in Schleswig-Holstein kostet inkl. Betriebsmittel im ganzen pro km nur 42 000 M. Die Bahn hat ebenfalls einen besonderen Bahnkörper, bei welchem selbst Einschnitte bis zu 10 m Tiefe und Dämme bis zu 8 m Höhe vorkommen. Sämtlicher Grund und Boden mufste käuflich erworben und aufserdem für eine Dampffähre über die Eider bei Tönning ein erheblicher Zuschufs von dem Baukapital geleistet werden.

Ferner die normalspurige Sekundärbahn von Fröttstedt nach Friedrichsroda in Thüringen mit einer Länge von 9 km. Sie liegt in gebirgigem Terrain, welches Einschnitte bis zu 12 m Tiefe und Dämme bis zu 7 m Höhe notwendig machte, dabei hat das Planum eine Kronenbreite von 4 m. Für Bahnhofsgebäude wurden erhebliche Summen ausgegeben, auch sind optische Signale und an den Wegeübergängen Barrièren mit Wärterposten vorhanden. Trotzdem betrugen die gesamten Baukosten inkl. eines verhältnismäfsig sehr grofsen Betriebsparks nur 66 000 M., also nur 18 400 M. mehr, als die in jeder Weise weit einfacher und sparsamer projektierte Osnabrück-Brackweder Bahn.

g. Rentabilität der Bahn.

Bei der Berechnung der Rentabilität kommt es zunächst auf die Ermittelung des mutmafslichen Verkehrs an, welcher für die Bahnanlage zu erwarten ist. Dabei soll in dem vorliegenden Falle die Rechnung lediglich auf den lokalen und direkten Verkehr beschränkt und von durchgehendem Verkehre ganz abgesehen werden, obgleich bei der günstigen Lage der projektierten Bahn zwischen verkehrsreichen Hauptbahnen auch Durchgangsverkehr erwartet werden darf.

Für die Ermittelung des lokalen und direkten Verkehrs bietet der vorhandene Verkehr auf den Landstrafsen in der fraglichen Gegend nur sehr geringen Anhalt. Einmal ist die Feststellung derselben mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden, welche ein einigermafsen zuverlässiges Resultat nicht erwarten lassen; dann wird erfahrungsmäfsig der Verkehr einer Gegend durch eine Bahnanlage ein ganz anderer, so dafs sich kaum aus der vorhandenen Frequenz der Wege auf den zu erwartenden Bahnverkehr ein Schlufs ziehen läfst.

Weit sicherer läfst sich der letztere nach den Betriebsergebnissen der bestehenden Bahnen beurteilen. Aus denselben ist nachgewiesen, dafs der normale lokale und direkte Verkehr einer Bahn, abgesehen von einzelnen gröfseren Etablissements, Bergwerken etc., in einem bestimmten Verhältnisse zu der Zahl der Einwohner in den Stationsorten steht. Damit ist ein sehr einfaches Mittel zur Verkehrs-

ermittelung gegeben, wovon hier in der Überzeugung Gebrauch gemacht werden soll, dafs mit demselben zuverlässige Resultate erzielt werden.

Es wird dabei Bezug genommen auf das von Heusinger v. Waldegg herausgegebene Handbuch für Ingenieur-Wissenschaften, in welchem in Kap. I Vorarbeiten für Eisenbahnen, bearbeitet von R. Richard und E. Mackensen, das Verhältnis zwischen Verkehr und Einwohnerzahl in den Stationsorten des Näheren nachgewiesen ist.[39]) Danach beträgt durchschnittlich bei den Hauptbahnen die Zahl der ankommenden oder abgehenden Reisenden pro Jahr und Kopf der Einwohner in den Stationsorten 13,8 und der halben Summe der ankommenden und abgehenden Güter 5,75 Tonnen. Diese im allgemeinen Durchschnitte geltenden Verhältniszahlen können nicht ohne weiteres auf die vorliegende Sekundärbahn Anwendung finden. Es haben auf dieselben selbstverständlich alle Nachbarorte der Stationsorte, deren Einwohnerzahl nicht berücksichtigt ist, wesentlichen Einflufs. Es mufs bei nahe zusammenliegenden Stationsorten die Zahl der Reisenden resp. der Güter pro Kopf der Einwohner geringer sein, als bei weit auseinander liegenden Stationsorten, welche für eine gröfsere Umgegend Verkehrscentren bilden; und zwar mufs der Verkehr der Stationen auf die Einwohnerzahl derselben bezogen in gleichem Verhältnis mit der durchschnittlichen Entfernung derselben von einander abnehmen.

Die durchschnittliche Entfernung der Stationsorte von einander beträgt nun auf den in dem genannten Werke zusammengestellten Bahnen 11,3 km, während bei dem vorliegenden Projekte dieselbe nur 5,25 km ausmacht. Danach reduzieren sich die angegebenen Verkehrszahlen auf 6,5 ankommende oder abgehende Reisende und 2,7 Tonnen als halbe Summe der ankommenden und abgehenden Güter pro Einwohner der Stationsorte.

Eine weitere Reduktion der Zahl der Reisenden ist noch in Rücksicht auf die geringere Zahl der Züge notwendig. Diese läfst sich nur schätzungsweise vornehmen und mag statt der ermittelten 6,5 hier die Zahl der ankommenden oder abgehenden Reisenden zu 4 angenommen werden. Diese Verkehrszahlen 2,7 und 4 geben die halben Summen der ankommenden und abgehenden Tonnen Güter resp. Reisenden pro Jahr und Kopf der Einwohnerzahl für jede Station an.

Zur Ermittelung des Gesamt-Güter- und Personenverkehrs einer Station darf man indessen nicht das Doppelte dieser Zahlen zu Grunde legen, weil bei gröfseren Bahnlängen das abgehende Gut oder der abgehende Reisende für eine andere Station derselben Bahn ankommendes Gut oder ankommender Reisender ist. Nach den statistischen Nachweisen beträgt für eine Bahnlänge von 52,5 km die durchschnittliche Fahrlänge pro Reisenden 17 km und pro Tonne Gut 27,5 km.

Danach ergibt sich die Gesamtzahl der ankommenden und abgehenden Reisenden pro Einwohner des Stationortes zu $4\left(1+\frac{17}{52,5}\right) = 5,28$ Reisende und der Tonnengüter zu $2,7\left(1+\frac{27,5}{52,5}\right) = 4,1$ Tonnen.

Dabei ist von der Einwohnerzahl der Anschlufsstationen, bei welchen sich der Verkehr auf die verschiedenen Bahnrichtungen verteilt, nur ein gewisser Teil in Ansatz zu bringen. Von Osnabrück mit 31 000 Einwohnern und demnächst 6 Bahnrichtungen sollen hier nur 5000 Einwohner in Rechnung gestellt werden; von den 30 000 Einwohnern von Brackwede und Bielefeld (welch letzterer Ort als die eigentliche Endstation der Bahn anzusehen ist) nur im ganzen 6000 Einwohner.

Danach setzt sich die Gesamtzahl der Einwohner der in Frage kommenden Stationsorte folgendermafsen zusammen:

1. Osnabrück	5000	Einwohner	
2. Oesede	1160	„	
3. Kloster Oesede (Ottoschacht)	900	„	
4. Borgloh	900	„	(Wellendorf)
5. Hilter	770	„	
6. Rothenfelde	500	„	
7. Dissen	1500	„	
8. Borgholzhausen	1060	„	(Ravensberg)
9. Halle	1500	„	
10. Steinhagen	1730	„	
11. Brackwede mit Bielefeld	6000	„	
Summa rot.	21 000	Einwohner.	

Nach den oben nachgewiesenen Verhältniszahlen berechnet sich bei dieser Einwohnerzahl für die Bahn ein jährlicher Gesamtverkehr von

$$5,28 \,.\, 21\,000 = \text{rot. } 111\,000 \text{ Reisenden und}$$
$$4,1 \,.\, 21\,000 = \text{rot. } 86\,000 \text{ Tonnen Güter.}$$

[39]) Die der 1. Auflage des vorliegenden Bandes entnommenen Zahlen sind unverändert geblieben.

Wird nun angenommen, dafs dieser Verkehr sich von den einzelnen Stationsorten aus gleichmäfsig nach beiden Anschlufsstationen verteilt, so durchläuft jede Person und jede Tonne Gut die halbe Länge der Bahn und es ergeben sich:

$$111\,000 \,.\, \frac{52{,}5}{2} = 2\,914\,000 \text{ Personen-Kilometer und}$$

$$86\,000 \,.\, \frac{52{,}5}{2} = 2\,257\,500 \text{ Tonnen-Kilometer.}$$

Für die Einnahmeberechnung soll nur der niedrige Durchschnittstarif der Hauptbahnen in Rechnung gestellt werden. Derselbe betrug für die deutschen Bahnen im Jahre 1873 nach dem mehrfach erwähnten Werke pro Personen-Kilometer 0,0354 M. und pro Tonnen-Kilometer 0,0464 M., wofür abgerundet zu setzen 0,04 resp. 0,05 M. Danach berechnen sich die Einnahmen aus dem nachgewiesenen Verkehre zu:

$$0{,}04 \,.\, 2\,914\,000 + 0{,}05 \,.\, 2\,257\,500 = \text{rot. } 229\,500 \text{ M.}$$

Zu diesem normalen Lokalverkehr kommt noch ein Teil des Kohlenverkehrs der fiskalischen Kohlengruben bei Borgloh, soweit derselbe nicht bereits in dem vorstehend nachgewiesenen Lokalverkehr inbegriffen ist. Nach Angabe der dortigen Bergbauverwaltung sind pro Jahr zu befördern: Nach der Georgs-Marien-Hütte 30000 Tonnen, nach der Saline und Sodafabrik in Rothenfelde 8000 Tonnen, nach Osnabrück und darüber hinaus 30000 Tonnen.

Bei einem Durchschnittstarifssatz von 0,04 M. pro km berechnet sich danach die Einnahme aus diesem Verkehre zu:

$$\begin{aligned} 30\,000 \,.\, 2{,}5 \,.\, 0{,}04 &= 3\,000 \text{ M.} \\ 8\,000 \,.\, 12{,}0 \,.\, 0{,}04 &= 4\,000 \text{ „} \\ 30\,000 \,.\, 12{,}5 \,.\, 0{,}04 &= 15\,000 \text{ „} \\ \text{in Summa } & 22\,000 \text{ M.} \end{aligned}$$

Ferner sind noch diejenigen Einnahmen zu berücksichtigen, welche sich aus dem Viehtransporte, aus Wagenmiete, Reisegepäck etc. ergeben und deren Gesamtsumme auf 10 % der sämtlichen übrigen Einnahmen zu schätzen ist, hier also

$$(229\,500 + 22\,000)\,\frac{100}{10} = 25\,150 \text{ M.}$$

ausmachen, so dafs sich die Gesamteinnahme für die Bahn zu 229 500 + 22 000 + 25 150 = rot. 277 000 M. ergibt.

Ausgaben. Diesen jährlichen Einnahmen stellen sich die Betriebsausgaben entgegen. Dieselben bestehen

1. in den allgemeinen Verwaltungskosten,
2. in den Zugkosten,
3. in den Kosten für Unterhaltung der Bahn.

Aufserdem ist zur Erneuerung der Betriebsmittel und der Gleiseanlagen jährlich ein gewisser Betrag in den Erneuerungsfonds zurückzulegen, und empfiehlt es sich ferner, durch weitere jährliche Rücklagen auf die Bildung eines Reservefonds zur Deckung etwaiger unvorhergesehener Ausgaben, zur Vermehrung des Betriebsmaterials etc. Bedacht zu nehmen.

1. Allgemeine Verwaltungskosten.

An jährlichen Verwaltungskosten sind zu veranschlagen für:

1.	einen Bahn- und Betriebsinspektor	6000 M.
2.	1 Vertreter desselben	4000 „
3.	3 Schreiber à 1000 M.	3000 „
4.	1 Stationsbeamter für jede Station exkl. Ottoschacht 10 à 1400 M.	14000 „
5.	4 Stellvertreter derselben à 1000 M.	4000 „
6.	10 ständige Bahnhofsarbeiter, welche gleichzeitig die Weichen bedienen, à 800 M.	8000 „
7.	Lohn für Packknechte etc.	8000 „
8.	2 Bahnmeister à 1400 M.	2800 „
9.	Entschädigung an die Grubenverwaltung für Übernahme des Stationsdienstes am Ottoschacht	1000 „
10.	Bureaukosten, Formulare, Schreibutensilien etc.	7200 „
	Verwaltungskosten in Summa	58000 M.



2. Zugkosten.

Nach dem oben nachgewiesenen mutmaßlichen Verkehr sind pro Jahr zu befördern:
111 000 Reisende über die halbe Länge der Bahn oder
55 500 über die ganze Länge.
Bei täglich 4 Zügen ergibt das pro Zug 40 Personen, wofür 3 Personenwagen mit je 40 Sitzplätzen für jeden Zug notwendig sind.

Ferner an Gütern 86 000 Tonnen für die halbe Bahnlänge oder 43 000 Tonnen für die ganze Länge oder mit jedem der 4 täglichen Züge 30 Tonnen oder 600 Ctr., wofür inkl. der leer laufenden Wagen 1 Packwagen und 4 Güterwagen mit je 200 Ctr. Ladefähigkeit erforderlich sind. Ein Normalzug setzt sich demnach zusammen aus:

3 Personenwagen mit . . . . 450 Ctr. Gewicht
1 Packwagen, 4 Güterwagen } (5 . 125 + 600) . . . . . = 1225 „
Gesamtzuggewicht = 1700 Ctr.

Die Zugkosten für diese 4 täglichen Normalzüge berechnen sich pro Jahr wie folgt:

a. Für das Zugpersonal.

3 Lokomotivführer à 1500 M.	=	4500 M.
3 Heizer à 1000 M.	=	3000 „
2 Anheizer, welche gleichzeitig die Wasserstationen bedienen, à 800 M.	=	1600 „
7 Zugführer, Schaffner und Bremser à 1000 M.	=	7000 „
Summa rot.	=	16 000 M.

b. Für Material etc.

(Für einen einzelnen Zug nach den Betriebsergebnissen der Köln-Mindener Bahn.)

1. Brennmaterial 13 Ctr. Kohlen à 0,6 M.	=	7,8 M.
2. Schmier-, Putz- u. Verpackungsmaterial für die Lokomotiven 52,5 . 0,0303 M.	=	1,6 „
3. Reparaturen der Lokomotiven 52,5 . 0,14 M.	=	7,3 „
4. Schmieren der Wagen 52,5 . 16 . 0,0003 M.	=	0,25 „
5. Putzen der Personenwagen 52,5 . 6 . 0,00116	=	0,37 „
6. Beleuchtung der Personenwagen inkl. Unterhaltung der Lokomotiv- und Wagenlaternen 52,5 . 6 . 0,001	=	0,32 „
7. Reparaturen der Wagen 52,5 . 16 . 0,0032 M.	=	2,69 „
Summa Zugkosten für einen Einzelzug	=	20,33 M.

und für 4 . 365 = 1460 Züge pro Jahr = 1460 . 20,33 = rot. 30 000 M.

Außer diesem normalen Lokalverkehre an Reisenden und Gütern ist noch das oben angegebene Kohlenquantum vom Ottoschacht ab zu befördern.

Die nach der Georgs-Marien-Hütte bestimmten Kohlen werden zweckmäßig von Seiten der Hütte gefahren, wofür eine Entschädigung von 750 M. pro Jahr in Rechnung zu stellen ist. Die übrigen 30 000 Tonnen Kohlen nach Osnabrück und 8000 Tonnen nach Rothenfelde sind mit besonderen Zügen zu befördern. Mit jedem Zuge nach Osnabrück sind 6 Doppelwaggons mit zusammen 60 Tonnen Kohlen zu transportieren. Danach sind für das veranschlagte Quantum 500 Züge notwendig. Nach Rothenfelde sind mit jedem Zuge 5 Doppelwaggons mit zusammen 50 Tonnen zu befördern, danach sind für diese Strecke 160 Kohlenzüge erforderlich.

Der Lokomotivdienst für diese Züge kann bei den kurzen Fahrstrecken von dem bereits aufgeführten Personal mit ausgeübt werden. Für jeden Zug sind daher an Personal nur noch 2 Bremser zu veranschlagen, wofür im ganzen pro Jahr 1000 M. anzusetzen sind.

Die Materialkosten für jeden einzelnen hin- und hergehenden Kohlenzug berechnen sich wie folgt:

1. Brennmaterial 6 Ctr. Kohlen à 0,6 M.	=	3,6 M.
2. Schmier-, Putz- und Verpackungsmaterial 25 . 0,0303 M.	=	0,76 „
3. Reparaturen der Lokomotiven 25 . 0,14 M.	=	3,50 „
4. Schmieren der Wagen 25 . 12 . 0,0003 M.	=	0,09 „
5. Reparaturen der Wagen 25 . 12 . 0,0032 M.	=	0,96 „
Summa	=	8,91 M.

Mithin für 660 hin- und hergehende Kohlenzüge
660 . 8,91 = rot. 6000 M.

Im ganzen betragen mithin die Zugkosten für die Kohlenzüge: 750 + 1000 + 6000 = 7750 M.

3. Kosten für Bahnunterhaltung.

a. Unterhaltung der Gleise.

Die Länge der gesamten Gleise beträgt 57,34 km. Für Instandhaltung des Gleises, für Stopfen, Richten desselben etc. sind pro Kilometer 120 M. in Anschlag zu bringen, mithin im ganzen rot. . . . . = 6 800 M.

pro Kilometer Gleis sind pro Jahr an Stopfmaterial 25 cbm notwendig à cbm 3 M. ergibt im ganzen rot. . . . . = 4300 „

Unterhaltung der Gleise in Summa rot. 11 000 M.

b. Unterhaltung der Gebäude etc.

Für Unterhaltung der Gebäude und des Bahnkörpers ist eine Summe von 1000 M. pro Jahr als ausreichend anzusehen.

Danach betragen die gesamten Unterhaltungskosten pro Jahr ad a. und b. 11 000 + 1000 = 12 000 M.

Zusammenstellung der Betriebsausgaben.

1. Verwaltungskosten	=	58 000 M.
2. Zugkosten	=	16 000 „ 30 000 „ 7 750 „
3. Unterhaltungskosten	=	12 000 „
Summa rot.	=	124 000 M.

oder pro Kilometer Bahnlänge = 2360 M.

Zum Vergleiche sei bemerkt, dafs die Betriebskosten bei der Bröhlthalbahn pro Kilometer Bahnlänge im Jahre 1875 = 1830 M. ausmachten.

Bei der Ocholt-Westersteder Bahn im Jahre 1877 bei 4 täglich in jeder Richtung verkehrenden Zügen 1665 M.

Erneuerungsfonds.

Für Erneuerung der Lokomotiven, Wagen, Schienen und Schwellen sind in jedem Betriebsjahre nachstehend berechnete Beträge zurückzulegen:

1. Zur Erneuerung der Lokomotiven.

Nach dem Regulativ für die Köln-Mindener Bahn sind für je 10 von den Lokomotiven zurückgelegte Kilometer 75 Pf. für Erneuerung notwendig. Bei Zugrundelegung dieses Satzes berechnet sich für den vorliegenden Fall der für Lokomotiven in den Erneuerungsfonds zurückzulegende Betrag aus $(4 . 365 . 52{,}5 + 660 . 25) \frac{0{,}75}{10}$ = rot. . . . 6700 M.

2. Zur Erneuerung der Wagen.

Bei der Köln-Mindener Bahn werden für je 10 Wagen-Achskilometer 2 Pf. für Erneuerung der Wagen zurückgelegt. Bei diesem Satze ergibt sich $(4 . 365 . 52{,}5 . 16 + 25 . 12 . 660) \frac{0{,}02}{10}$ 2850 „

3. Zur Erneuerung der Schienen.

Nach den neueren Erfahrungen kann für die Gufsstahlschienen eine Dauer von wenigstens 30 Jahren angenommen werden. Die Gesamtkosten für Schienen betragen nach dem Anschlage 522 000 M. Bei 5 % Zinsen wird diese Kapitalsumme nach 30 Jahren erreicht mit einer jährlichen Rücklage von . . . . 7500 „

4. Zur Erneuerung der Schwellen.

Die Schwellen erfordern zur Neubeschaffung ein Kapital von 183 500 M. Bei einer durchschnittlichen Schwellendauer von 14 Jahren ist zur Erneuerung der Schwellen eine jährliche Rücklage erforderlich von . . . . 8900 „

Danach betragen die alljährlich in den Erneuerungsfonds zurückzulegenden Beträge in Summa rot. . . . . 26 000 M.

Berechnung der Ertragszinsen.

Nach Abzug der Betriebskosten und der berechneten Summe für den Erneuerungsfonds erübrigt eine reine Einnahme von 277 000 — (124 000 + 26 000) = 127 000 M., welche Summe zur Verzinsung des Anlagekapitals und zur Bildung eines Reservefonds zu verwenden ist. **Bei einer Verzinsung des Anlagekapitals von 2 500 000 M. mit 4½ Prozent** betragen die Zinsen 112 500 M., es würden demnach für den Reservefonds 14 500 M. erübrigt.

Die vorstehende Rentabilitätsrechnung kann allerdings nicht für absolute mathematische Wahrheit ausgegeben werden, doch stützt sie sich in allen Einzelheiten auf sorgfältige Zusammenstellungen aus den Betriebsergebnissen einer grofsen Anzahl Bahnen, sodafs das Resultat als ein sehr wahrscheinliches anzusehen ist. Es ist an keiner Stelle die Rechnung zu besonderen Gunsten einer erhöhten Einnahme geführt. Namentlich ist nur der gewöhnliche Durchschnittstarif der Hauptbahnen zu Grunde gelegt, obgleich derselbe eine wesentliche Erhöhung bei einer Sekundärbahn gestattet, zumal in den Durchschnittstarifen auch solche enthalten sind, welche bei Hauptbahnen nur wegen der Konkurrenz niedrig gestellt sind. Ferner ist auf Durchgangsverkehr gar keine Rücksicht genommen und doch ist mit Sicherheit bei der günstigen Lage der Bahn ein solcher zu erwarten.

Mit Rücksicht auf diese Erwägungen läfst sich annehmen, dafs der berechnete Reinertrag bei dem Unternehmen unter allen Umständen erzielt werden wird und dürfte die Anlage der projektierten Bahn nicht nur den Lebensinteressen der von derselben berührten Gegend in hohem Grade förderlich und nutzbringend sich erweisen und somit volkswirtschaftlich gerechtfertigt, sondern auch in finanzieller Beziehung als ein durchaus gesundes und lebensfähiges Unternehmen zu betrachten sein.

Köln und Barmen, den 25. Juni 1878.

Mackensen, Ingenieur. **Richard**, Regierungs-Baumeister.

Genereller Kostenanschlag für die Anlage der Sekundärbahn von Osnabrück nach Brackwede.[40])

Bemerk.: Die Länge der Linie beträgt 52,5 km. Die Bahn ist normalspurig und in allen Anlagen eingleisig projektiert.

Pos.	Vordersatz.	Gegenstand.	Im Einzelnen. M.	Im Ganzen. M.
		Tit. I. Grunderwerb.		
		Nach überschläglicher Berechnung sind für die Herstellung des Bahnkörpers und der Bahnhöfe erforderlich in der Gemarkung:		
		Osnabrück.		
1	201,4	Ar Ackerland und Wiese à 200 M.	40 280	
		Nahne.		
2	77,7	Ar Ackerland und Wald à 100 M.	7 770	
		Voxtrup, Harderberg, Oesede, Dröper, Kloster Oesede, Wellendorf, Hankenberge und Hilter.		
3	2015,6	Ar Ackerland, Wald, Wiese und Garten à 50 M.	100 780	
		Erpen und Dissen.		
4	655,5	Ar Acker, Wald, Wiese und Garten à 80 M.	52 440	
		Aschen.		
5	55,1	Ar Acker, Wald und Wiese à 50 M.	2 755	
		Borgholzhausen.		
6	722,2	Ar Acker, Wald, Wiese und Garten à 30 M.	21 666	
		Hesseln, Oldendorf, Halle, Gartnisch, Künsebeck, Amshausen, Steinhagen und Brackwede.		
7	1703,6	Ar Acker, Wiese, Wald, Haide und Garten à 20 M.	34 072	
		Bemerkung. Die vorstehend aufgeführten Einheitspreise sind nach der Schätzung ortskundiger Sachverständiger angesetzt und begreifen in sich aufser dem Wert des Landes Entschädigungen für Inkonvenienzen aller Art, wie Durchschneidungen, Umwege, ferner Nutzungsentschädigung, Ankauf von Trennstücken etc.		
		Für Leitung des Grunderwerbsgeschäftes, für Diäten und Reisekosten des Kommissars und der Taxatoren, für Prozefskosten etc.:		
8	52,5	Kilometer à 200 M.	10 500	
		Für Schlufsvermessung und Absteinung:		
9	52,5	Kilometer à 100 M.	5 250	
		Zur Abrundung	487	
		Summa Tit. I . . .		276 000

[40]) Bezüglich der Anschlags-Titel ist das S. 107 Gesagte zu beachten.

Pos.	Vordersatz.	Gegenstand.	Im Einzelnen. M.	Im Ganzen. M.
		Tit. II. Erdarbeiten.		
		Für Abräumen des Bahnterrains und Roden von Bäumen, Buschwerk und Hecken sind pro lauf. Kilometer 100 M. in Rechnung zu stellen, mithin		
1	52,5	Kilometer à 100 M.	5 250	
		Nach überschläglicher Berechnung sind zur Herstellung des Bahnkörpers 229 600 cbm Boden zu bewegen. Hiervon sind		
2	134 800	cbm Ackererde, sandiger Lehm, Gerölle und geringe Masse leicht lösbaren Felsens zwischen Bahnhof Osnabrück und Dissen zu lösen, auf durchschnittlich 400 m Entfernung zu transportieren, in die Dämme zu verbauen und die Böschungen zu planieren und abzudecken.		
		Es ist hierfür pro cbm in Ansatz zu bringen:		
		für Lösen und Laden . . . . 0,45 M.		
		„ Transport . . . . 0,40 „		
		„ Planieren und Herstellung der Böschungen 0,10 „		
		„ Vorhaltung der Geräte . . . . 0,05 „		
		also pro cbm . . 1,00 M.	134 800	
3	95 000	cbm Ackererde und Sandboden zwischen Station Dissen und Brackwede zu lösen, auf durchschnittlich 300 m Entfernung zu transportieren, in die Dämme zu verbauen, die Böschungen zu planieren und abzudecken.		
		Es ist hierfür pro cbm in Ansatz zu bringen:		
		für Lösen und Laden . . . . 0,20 M.		
		„ Transport . . . . 0,36 „		
		„ Planieren und Herstellung der Böschungen 0,10 „		
		„ Vorhaltung der Geräte . . . . 0,04 „		
		mithin pro cbm . . 0,70 M.	66 500	
		Für Planieren des Bahnplanums:		
4	52 500	lauf. Meter à 0,10 M.	5 250	
		Für Unvorhergesehenes und zur Abrundung:		
5	5%	der unter Tit. II veranschlagten Summe von 211 800 M.	11 200	
		Summa Tit. II . . .		223 000
		Tit. III. Unterhaltung während der Bauzeit.		
		Bei der in Aussicht genommenen einjährigen Bauzeit sind für Unterhaltung während der Bauzeit 800 M. pro Kilometer zu veranschlagen, mithin		
1	52,5	Kilometer à 800 M.	42 000	
		Summa Tit. III		42 000
		Tit. IV. Einfriedigungen.		
		Einfriedigungen werden nur an Weiden und an einzelnen Stellen erforderlich, an welchen bestehende Einfriedigungen durch die Bahnanlage zerstört werden, es werden hierzu 100 M. pro Kilometer durchschnittlich genügen:		
1	52,5	Kilometer à 100 M.	5 250	
		Summa Tit. IV		5 250
		Tit. V. Wegeübergänge und Parallelwege.		
		An Wegeübergängen im Niveau sind herzustellen nach Ausweis des Bauwerksverzeichnisses:		
1	128	Wegeübergänge in einer Breite von 3—5 m für Kommunal- und Feldwege. Für Chaussierung derselben, Befestigung der Rampen mit Kies, für Anlage von Rampendurchlässen sind pro Wegeübergang durchschnittlich 300 M. in Rechnung zu stellen, mithin 128 Stück à 300 M.	38 400	
		Zu übertragen	38 400	

Pos.	Vordersatz.	Gegenstand.	Im Einzelnen. M.	Im Ganzen. M.
		Übertrag . . .	38 400	
2	13	Chausseeübergänge von 8 bis 10 m Breite, für Chaussierung der Übergangsstelle und der Rampen bei einer durchschnittlichen Länge derselben von 100 m, ferner für Rampendurchlässe etc. pro Übergang 1000 M., mithin für 13 Stück à 1000 M. . . .	13 000	
		Ferner sind:		
3	9500	qm Parallelwege und Wegeverlegungen herzustellen. Für Grunderwerb, Erdarbeiten und teilweise Befestigung ist pro qm durchschnittlich 0,80 M. in Rechnung zu stellen, mithin für 9500 qm Parallelwege pro qm 0,80 M.	7 600	
		Summa Tit. V		59 000
		Tit. VI. Kleinere Brücken und Durchlässe.		
		(Nach Ausweis des Bauwerksverzeichnisses.)		
1	310	lauf. m 0,3 bis 0,5 m weite Röhrendurchlässe (39 Stück) fertig herzustellen inkl. Lieferung aller Materialien und inkl. aller Nebenarbeiten pro lauf. m durchschnittlich 20 M. Mithin 310 lauf. m à 20 M.	6 200	
		Bemerkung. Bei der Längenberechnung wurde für jedes Haupt mit den Flügeln 1 m der wirklichen Durchlafslänge hinzu gerechnet.		
2	22	Stück offene Durchlässe, 0,5 bis 1,0 m weit, wie oben, pro Stück 400 M.	8 800	
3	70	lauf. m gewölbte Durchlässe, 1 m weit (5 Stück) desgl., pro lauf. m 80 M.	5 600	
4	5	Stück offene Durchlässe, 1,5 m weit, desgl., pro Stück 500 M. .	2 500	
5	2	Stück offene Durchlässe, 2,0 m weit, desgl. pro Stück 600 M. .	1 200	
6	33	lauf. m gewölbte Durchlässe, 1,5 m weit, (3 Stück bei Station 38,57 und 522/23) pro lauf. m 110 M.	3 630	
7	31	lauf. m gewölbte Durchlässe, 2,0 m weit, (2 Stück) bei Station 439/440 und 510, pro lauf. m 180 M.	5 580	
8	83	lauf. m gewölbte Durchlässe, 2,5 m weit, (7 Stück) bei Station 132, 135/6, 163, 269/70, 321/2, 423 und 456, pro lauf. m 200 M.	16 600	
9	1	offene Durchfahrt und Durchlafs, 3 m weit, mit eisernem Oberbau bei Station 200/201	3 000	
10	1	offener Durchlafs, 2,5 m weit, bei Station 251	700	
11	10%	der veranschlagten Summe von 53 810 M. für Unvorhergesehenes und zur Abrundung	5 190	
		Summa Tit. VI		59 000
		Tit. VII. Gröfsere Brücken.		
		Eiserner Oberbau für die bestehende im Unterbau 2gleisig ausgeführte Hasebrücke der hannoverschen Staatsbahn, von 6 m Lichtweite:		
1	60	Ctr. Schmiedeisen à 20 M.	1 200	
2	5	Ctr. Gufseisen für Auflager à 15 M.	75	
3	24	qm Bedielung à 20 M.	480	
		Bemerkung. Es wird angenommen, dafs die hannoversche Staatsbahn bis zur Ausführung ihres 2ten Gleises die Benutzung des Terrains und der einen Brückenhälfte für die Bahn Osnabrück-Brackwede gestattet.		
4	1	schiefe Brücke über die neue Hase mit einer Öffnung von 10 m lichter Weite mit eisernem Oberbau, für welche nach überschläglicher Berechnung zu veranschlagen sind:		
	70	cbm Fundamentaushub à 1 M.	70	
	102	cbm Mauerwerk inkl. Quader, Bearbeitung der Sichtfläche etc. à 25 M.	2 550	
	152	Ctr. Schmiedeisen für den Oberbau à 20 M.	3 040	
	10	Ctr. Gufseisen für die Auflager à 15 M.	150	
	60	qm Bedielung à 20 M.	1 200	
		Für künstliche Fundation, Wasserschöpfen etc.	2 990	
5	10%	der vorstehenden Summe von 11 755 M. für Unvorhergesehenes und zur Abrundung	1 245	
		Summa Tit. VII . . .		13 000

Pos.	Vordersatz.	Gegenstand.	Im Einzelnen. M.	Im Ganzen. M.
		Tit. VIII u. IX. Tunnel und schiefe Ebenen.		
		Fehlen.		
		Tit. X. Oberbau.		
		Für den Oberbau der Bahn von Osnabrück nach Brackwede sind erforderlich:		
		a. an einfachem Gleise:		
	52 500	lauf. m durchgehendes Hauptgleise		
	700	„ „ für Bahnhof Osnabrück		
	430	„ „ „ Haltestelle Oesede		
	430	„ „ „ „ Wellendorf		
	430	„ „ „ „ Hilter		
	430	„ „ „ „ Rothenfelde		
	430	„ „ „ „ Dissen		
	430	„ „ „ „ Ravensberg		
	430	„ „ „ „ Halle		
	430	„ „ „ „ Steinhagen		
	700	„ „ „ Bahnhof Brackwede		
	57 340	lauf. m einfaches Gleis, wozu pro lauf. m erforderlich sind:		
		2 m Stahlschienen à 26 kg = 52 kg, pro 1000 kg 160 M., also pro m . . . . 8,32 M.		
		Auf eine Schienenlänge von 7,5 m kommen 8 imprägnierte Schwellen à 3 M., mithin pro lauf. m Gleis 3,20 „		
		4 Laschen à 3,3 kg à 0,2 M. = 2,64 M. auf 7,5 m Gleis, mithin pro lauf. m . . . . 0,35 „		
		8 Laschenbolzen à 0,84 kg à 0,25 M., also pro lauf. m Gleis . . . . 0,22 „		
		32 Hacknägel à 0,255 kg = 8,16 kg, pro 1000 kg 205 M., mithin pro lauf. m Gleis . . . . . . 0,22 „		
		1,2 cbm Kies oder granulierte Schlacke, pro cbm inkl. Transport 3 M., mithin pro lauf. m Gleis . . 3,60 „		
		1 m Gleis legen, richten, stopfen etc. . . . . . . 0,80 „		
		Für Transport der Materialien auf der Strecke, Beschaffung der Geräte etc. und zur Abrundung . 1,09 „		
		Summa pro lauf. m Oberbau . . 18,00 M.		
		Mithin kosten:		
1	57 340	lauf. m Gleis à 18 M.	1 032 120	
		b. Weichen.		
		Es sind auf den verschiedenen Haltestellen 46 Weichen notwendig. Es sollen dieselben als einfache Schleppweichen ausgeführt werden, so dafs besondere Zungen nicht notwendig werden. Weichengleise sind bereits eingerechnet, es bleiben mithin nur noch zu veranschlagen für jede Weiche:		
		1 Weichenbock nebst Zug- und Signalstange . . . . 60 M.		
		1 Signallaterne . . . . 20 „		
		1 Hartgufsherzstück . . . . 70 „		
		1 Garnitur dazu . . . . 40 „		
		2 Zwangschienen à 22,5 M. . . . . 45 „		
		2 Bockschwellen à 4,5 M. . . . . 9 „		
		Für das Legen einer Weiche . . . . 30 „		
		Mithin für 1 Weiche in Summa . . 274 M.		
2	46	Stück Weichen à 274 M.	12 604	
3		Aufserdem sind für die Verbindung mit den Gleisen der hannoverschen Staatsbahn in Osnabrück und der Köln-Mindener Bahn in Brackwede noch 4 Zungenweichen erforderlich, für welche pro Stück 1200 M. auszuwerfen sind, mithin 4 à 1200 M.	4 800	
4		Für Unvorhergesehenes und zur Abrundung 3% der vorstehenden Summen	30 476	
		Summa Tit. X . . .		1 080 000

Pos.	Vordersatz.	Gegenstand.	Im Einzelnen. M.	Im Ganzen. M.
		Tit. XI. Signale und Wärterbuden etc.		
		Optische Streckensignale und Wärterbuden sind nicht erforderlich.		
		Die Kosten der elektrischen Telegraphenleitung betragen:		
1	52,5	km Drahtleitung à 200 M.	10 500	
		Für Einrichtung von Morse'schen Sprechapparaten mit allem Zubehör:		
2	10	Stück à 450 M.	4 500	
		Meilen- und Abteilungszeichen für		
3	52,5	Kilometer à 50 M.	2 625	
		Für Unvorhergesehenes und zur Abrundung	375	
		Summa Tit. XI		18 000
		Tit. XII. Bahnhöfe und Haltestellen.		
		Für die erste Anlage sollen die Haltestellen nur mit dem allernotwendigsten ausgestattet werden; doch werden überall ein Bureauraum, ein Warteraum und ein Raum für Stückgüter, sowie Retiraden etc. notwendig, die sehr einfach herzurichten sind.		
		Für die Stationen Osnabrück und Brackwede wird außerdem ein Lokomotivschuppen, eine Wasserstation, eine Kohlenladebühne, sowie eine kleine Werkstätte, für die Haltestelle Dissen eine Wasserstation erforderlich.		
		Die Stationen Osnabrück und Brackwede erfordern demnach:		
		1 Stationsgebäude mit Güterraum in Fachwerk auszuführen 7500 M.		
		Für Retiraden, Brunnen, Möbel, Kiesperron etc. . . . 5000 „		
		1 Viehrampe . . . . 500 „		
		1 Schuppen für 2 Tenderlokomotiven mit Löschgrube und Kohlenrampe . . . . 5000 „		
		Für eine kleine Reparaturwerkstätte mit Ausrüstung . . 4500 „		
		1 Wasserstation mit einfacher Einrichtung . . . . . 4000 „		
		Für Befestigung der Ladeplätze und Zufuhrwege . . . 3000 „		
1	2	Stationen . . . . à 29500 M.	59 000	
2		Die Haltestelle Dissen erfordert:		
		1 Stationsgebäude wie oben . . . . 7500 M.		
		Für Retiraden etc. . . . . 5000 „		
		1 Viehrampe . . . . 500 „		
		Befestigung der Ladeplätze und Zufuhrwege . . . . 3000 „		
		1 Wasserstation mit einfacher Einrichtung . . . . . 4000 „	20 000	
		Die Haltestellen Oesede, Wellendorf, Hilter, Rothenfelde, Ravensberg, Halle und Steinhagen erfordern jede:		
		1 Stationsgebäude . . . . 7500 M.		
		Für Retiraden etc. . . . . 5000 „		
		1 Viehrampe . . . . 500 „		
		Befestigung der Ladeplätze etc. . . . . 3000 „		
3	7	Haltestellen . . . . à 16000 M.	112 000	
		Summa Tit. XII . . .		191 000
		Tit. XIII. Aufserordentliche Anlagen.		
		Nach überschläglicher Berechnung sind bei Ausführung der Hasekorrektion bei Osnabrück Station 110/111 im ganzen 2400 cbm Boden zu gewinnen und damit das alte Bett auszufüllen, wofür einschliefslich Vorhaltung der Geräte, Regulierung der Böschungen, Wasserschöpfen und sämtlicher übrigen Kosten pro cbm 1,25 M. zu veranschlagen sind.		
1	2400	cbm à 1,25 M.	3 000	
		Summa Tit. XIII . . .		3 000

Pos.	Vordersatz.	Gegenstand.	Im Einzelnen. M.	Im Ganzen. M.
		Tit. XIV. Betriebsmittel.		
		Es wird angenommen, dafs täglich 2 kombinierte Züge in jeder Richtung fahren werden.		
		Dazu sind als erforderlich anzusehen:		
1	4	Tenderlokomotiven von 200—250 Pferdekräften, pro Stück 30 000 M.	120 000	
2	8	Personenwagen II. und III. Klasse mit je 40 Sitzplätzen à 6500 M.	52 000	
3	2	Gepäckwagen à 6000 M.	12 000	
4	12	bedeckte Güterwagen à 3000 M.	36 000	
5	40	offene Güterwagen à 2500 M.	100 000	
6	14	Bremsvorrichtungen à 400 M.	5 600	
7	2	Bahnmeisterwagen à 450 M.	900	
8		Für Lokomotivlaternen etc.	2 300	
9		Für Reservestücke von Achsen und Rädern	3 000	
		Summa Tit. XIV . . .		331 800
		Tit. XV. Verwaltungskosten.		
1		Für generelle Vorarbeiten	7 500	
2		Für specielle Vorarbeiten, Anfertigung der Grunderwerbskarten, des speciellen Projektes und der Special-Kostenanschläge	35 000	
3		Für Bauleitung und Aufsicht, Beschaffung von Bureau-Utensilien aller Art, für Bureaumiete, Bureaubedienung, Botenlöhne etc. .	47 500	
		Summa Tit. XV		90 000
		Tit. XVI. Insgemein.		
1		Für unveranschlagt gebliebene Gegenstände, unvorhergesehene Fälle aller Art, für Kosten der Krankenpflege, für Gratifikationen an Baubeamte, für Reservestücke an Geräten und Materialien, für Rückzahlung an die Vorcomités für gehabte Auslagen etc. und zur Abrundung		
	2%	der vorstehenden Summen von 2 391 050 M. rot.	47 950	
		Summa Tit. XVI . . .		47 950
		Tit. XVII. Zinsen während der Bauzeit.		
1		An Bauzinsen sind unter Annahme einer einjährigen Bauzeit in Anschlag zu bringen:		
	$2^1/_2$%	der vorstehenden Summen von 2 439 000 M. rot.	61 000	
		Summa Tit. XVII . . .		61 000

Wiederholung.

Tit.			M.
I.	Für	Grunderwerb	276 000
II.	„	Erdarbeiten	223 000
III.	„	Unterhaltung der Bahn während der Bauzeit . .	42 000
IV.	„	Einfriedigungen	5 250
V.	„	Wegeübergänge und Parallelwege	59 000
VI.	„	Durchlässe und kleinere Brücken	59 000
VII.	„	Gröfsere Brücken	13 000
VIII.	„	Tunnels	—
IX.	„	Schiefe Ebenen	—
X.	„	Oberbau	1 080 000
XI.	„	Signale und Wärterbuden etc.	18 000
XII.	„	Bahnhöfe	191 000
XIII.	„	Aufserordentliche Anlagen	3 000
XIV.	„	Betriebsmittel	331 800
XV.	„	Verwaltungskosten	90 000
XVI.	„	Insgemein	47 950
XVII.	„	Zinsen während der Bauzeit	61 000
		Gesamtsumme . .	2 500 000

somit pro Kilometer rot. 47 600 M.

C. Specielle Vorarbeiten.

§ 15. Anfertigung von Horizontalkurvenplänen (Mafsstab 1:2500).

Der Zweck der speciellen Vorarbeiten besteht darin, die günstigste Lage der durch die generellen Vorarbeiten in engeren Grenzen festgelegten Linie genau zu ermitteln und diese für die Bauausführung vorzubereiten.

Es erfordert dies eine teilweise Wiederholung der in den vorhergehenden Paragraphen beschriebenen Arbeiten, wobei allerdings eine gröfsere Genauigkeit notwendig wird, welche zum Teil die Anwendung anderer Methoden und Instrumente erforderlich macht.

Die nächste Aufgabe der speciellen Vorarbeiten besteht in der Anfertigung von genaueren Horizontalkurvenplänen. Während bei den generellen Vorarbeiten für diese im allgemeinen ein Mafsstab von 1:10000 ausreichte, ist hier ein solcher von 1:2500 notwendig und sind die Horizontalkurven in der Regel in Abständen von 1 bis 2, ausnahmsweise, an sehr steilen Hängen, von höchstens 5 m einzutragen. Ein Mafsstab von 1:2500 ist allerdings in den meisten Fällen selbst für specielle Vorarbeiten genügend und wird man nur selten in die Lage kommen, einzelne Teile einer Linie in einem gröfseren Mafsstabe von 1:1000 oder gar 1:500 auftragen zu müssen.

In neuerer Zeit hat man wohl allgemeiner den grofsen Wert der Horizontalkurvenpläne zu würdigen gelernt und sich bemüht, die Aufnahmemethoden wie die erforderlichen Instrumente zu vervollkommnen. Bei allen diesen Methoden werden, wie bei den generellen Vorarbeiten schon erwähnt wurde, alle für die Darstellung des Terrains wichtigen Punkte nach Lage und Höhe bestimmt, in die Karten eingetragen und aus denselben die Horizontalkurven konstruiert. Die vereinzelt noch vorkommende Methode, die Horizontalkurven im Felde mit dem Nivellierinstrumente direkt aufzusuchen, abzupflöcken und dann die einzelnen Punkte derselben ihrer Lage nach aufzunehmen, ist aufserordentlich weitläufig und nicht zu empfehlen.

In Folgendem sollen die verschiedenen Aufnahmemethoden eingehend besprochen werden und zwar:

1. Aufnahme mit Querprofilen von Polygonlinien aus;
2. Aufnahme mit Hülfe von distanzmessenden Universalinstrumenten.

1. Aufnahme der Horizontalkurvenpläne mittels Querprofilen von Polygonlinien aus.

Das Wesen dieser Methode besteht in dem Messen und Nivellieren eines Systems von Linien, mit denen man das aufzunehmende Terrain überzieht. Im allgemeinen wird dasselbe durch einen Hauptpolygonzug und durch quer auf denselben, meistens rechtwinklig gerichtete Linien (Querprofile) gebildet.

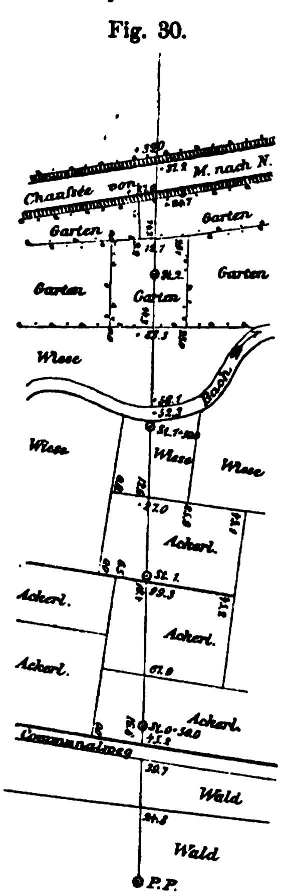
a. Polygonzug. Den Polygonzug steckt man im Felde in langen geraden Linien, möglichst im Anschlusse an die generell festgestellte Linie aus. In coupiertem Terrain wird dabei die Benutzung eines Instruments notwendig, während in der Ebene bei einiger Übung ein einfacher Feldstecher ausreicht. Für die Längenmessungen sind im ersteren Falle 5 m lange Stäbe, in letzterem ein etwa 20 m langes Stahlband zu empfehlen.[41]) Die Stationierung des Polygons wird in Stationslängen von 100 m und Unterabteilungen von 50 m mit kleinen, bis zur Terrainoberfläche einzuschlagenden Pfählen vorgenommen,

---

[41]) Über die Genauigkeit und die erforderliche Zeit der Längenmessungen mit diesen beiden Hülfsmitteln siehe die Aufsätze von Börsch, Jordan, Schoder, Koch und Vorländer in der Zeitschr. f. Vermessungswesen. Jahrg. 1873, S. 185—211, S. 344—363. Jahrg. 1872, S. 35 und Jahrg. 1874, S. 285—299.

denen ein zweiter Pfahl (Nummerpfahl) beigesteckt wird, auf welchem die laufende Nummer der Station mit Zimmermannsblei zu notieren ist, und zwar geschieht diese Stationierung zweckmäfsig in fortlaufender Reihenfolge auch über die Winkelpunkte hinweg. In gleicher Weise werden aufser den Stationen des Polygons auch diejenigen Punkte markiert, welche zur Aufnahme der Querprofile geeignet erscheinen. Auf den Nummerpfählen derselben ist die vorhergehende Stationsnummer und die Entfernung des Zwischenpunktes derselben zu bemerken, z. B. 15 + 45,7. Die von verschiedenen Seiten in Vorschlag gebrachte Bezeichnung durch Buchstaben halten die Verfasser nicht für praktisch, da die genaue Lage der Punkte zweifelhaft bleibt und man bei Bezugnahme auf dieselben genötigt ist, die Stationierungsmanuale zu Rate zu ziehen, während man bei der angegebenen Bezeichnung durch Nummern jederzeit sowohl im Felde, als auch in den verschiedenen Manualen ohne weiteres über die genaue Lage eines Punktes orientiert ist.

Fig. 30.



Die wichtigsten Punkte eines Polygonzuges sind dessen Winkelpunkte, auf deren sichere Fixierung daher auch ein besonderer Wert zu legen ist. Man benutzt zur Bezeichnung derselben gewöhnlich stärkere Pfähle (0,6 m lang und $^5/_8$ cm stark, die man aufserdem noch auf Grenzsteine, Hausecken oder sonstige feste Punkte genau einmifst, um jederzeit die Polygonseiten wieder herstellen zu können.[42]) Aufser der gewöhnlichen Stationsbezeichnung erhalten die Winkelpunkte des Polygons eine fortlaufende Nummerierung in römischen Ziffern. Gleichzeitig mit der Stationierung sind alle Schnittpunkte der Terrainlinien in dem Polygonzuge einzumessen und diese in eine besondere Skizze im Manuale (siehe Fig. 30) oder direkt in eine Kopie vorhandener Feldmarkskarten einzutragen.

Wenn gute Katasterkarten oder noch besser Verkoppelungspläne zu Gebote stehen, dann genügen diese Einmessungen in dem Polygonzuge, die man allenfalls durch einige Seitenmessungen ergänzt, welche eventuell bei der Aufnahme der Querprofile vorgenommen werden, um diese Karten an dieselben anschliefsen zu können, und sind weitere Aufnahmen des Terrains überflüssig. Für den Fall, dafs brauchbare Karten nicht bereits vorhanden sind und daher eine Aufnahme des Terrains erforderlich wird, thut man gut, diese Arbeit von der der Höhenaufnahme ganz zu trennen. Wir verweisen in Bezug auf die Ausführung derselben auf die weiter unten, bei der Besprechung der Aufnahme der Grunderwerbskarten, gegebene Anleitung mit dem Bemerken, dafs es hier nicht auf

[42]) Sehr zweckmäfsig werden die Winkel- und andere Punkte im Felde, deren spätere Wiederauffindung in unverrückter Lage besonders wichtig ist, auch durch Drainröhren festgelegt. Man bohrt zu dem Ende an der fraglichen Stelle ein Loch mit einem Erdbohrer, in welches man eine Drainröhre so tief hineinsteckt, dafs der Kopf derselben circa 30 cm unter Terrain liegt. Die Lage derselben wird im Manuale eventuell durch eine Situationsskizze bemerkt. Es bietet dies Verfahren den grofsen Vorteil, dafs die nicht sichtbaren Drainröhren unangetastet bleiben, auch wegen der tiefen Lage beim Pflügen nicht getroffen werden. Will man später bei Neu-Absteckungen den Punkt benutzen, so sind die Drainröhren leicht frei gegraben und dienen dann direkt zur Aufnahme der Piquetstäbe.

Eigentumsgrenzen, sondern lediglich auf die Lage der Wege, Flüsse, Kulturgrenzen, Gebäude etc. ankommt. — Ebenso soll an dieser Stelle nicht weiter auf die Winkelmessung und die Berechnung des Polygons eingegangen werden, da dieselbe gleichfalls in eingehender Weise bei der Parzellaraufnahme besprochen ist.

Der Stationierung folgt das Nivellement des abgesteckten Polygonzuges. Dasselbe ist für die meisten preufsischen Bahnen auf den Nullpunkt des Amsterdamer Pegels zu beziehen und wird an Punkte angebunden, welche, ihrer Höhe nach, genau bekannt sind. Bei dem Nivellement werden alle in dem Polygonzuge markierten Punkte und aufserdem noch, zur Fixierung des Nivellements, eine gröfsere Anzahl leicht erreichbarer und unveränderlicher Punkte, wie Grenzsteine, Chausseesteine, feste Punkte an Brücken und Durchlässen etc. als Fixpunkte eingewogen. Ebenso nivelliert man, zur Kontrole der Arbeit, alle durch die generellen Vorarbeiten ihrer Höhe nach genau bekannt gewordenen Punkte ein. Dabei ist die Benutzung mehrerer Latten sehr zu empfehlen, da die zur Notierung einer abgelesenen Visur erforderliche Zeit weit geringer ist, als die, welche ein Lattenträger gebraucht, sich von einem Standpunkte zu einem neuen zu begeben. Es gilt dies selbstverständlich für alle nivellitischen Arbeiten.

Die Ausführung und mehr noch die Berechnung des Nivellements wird wesentlich durch Benutzung eines zweckmäfsig eingerichteten Manuals erleichtert. In der Praxis haben sich zwei verschiedene Formulare für dasselbe eingebürgert, welche beide zu empfehlen sind. Wir lassen die Formulare auf umstehender Seite folgen.

Der Gebrauch beider Formulare erhellt aus der Bezeichnung der in den Spalten eingetragenen Beispiele. Bei Formular I ist die Berechnung der Höhen von Zwischenpunkten leichter als bei Formular II auszuführen, weil dabei einfach die Lattenablesung direkt von der Höhe des Instrumenthorizontes abzuziehen ist, während bei Formular II hierzu zwei Operationen erforderlich sind: die Subtraktion zweier aufeinanderfolgender Lattenablesungen und die Addition resp. Subtraktion dieser Zahl von der vorhergehenden Terrainordinate. Ein Vorteil des Formulars II besteht dagegen darin, dafs durch die am Ende jeder Seite vorzunehmende Kontrolrechnung die sämtlichen, berechneten Höhen kontroliert werden, während bei Formular I dies nur bei den Ordinaten der Umstellungspunkte, nicht aber bei jenen der Zwischenpunkte der Fall ist.

Empfehlenswert für beide Formulare ist es, alle Punkte, welche von einer Aufstellung aus aufgenommen werden, durch einen horizontalen Strich von einander zu trennen, weil nicht immer die Vorwärtsablesung auch die letzte Ablesung der Aufstellung ist, und dann leicht Irrtümer entstehen können.

b. Querprofile. Die Querprofile werden in der Regel rechtwinklig zu der Polygonlinie mit einem Winkelkopfe, Winkelkreuze, Winkelspiegel, Prismenkreuze etc. abgesetzt. Nur in einzelnen Fällen kann es zweckmäfsig sein, dieselben etwa dem Zuge der Wege, Bäche, Gräben etc. entlang unter einem anderen Winkel gegen die Polygonlinie abzustecken, in welchen Fällen die betreffenden Winkel mit einem einfachen Winkelinstrument oder mittels Dreiecksmessung zu ermitteln und in die Manuale einzutragen sind.

Bei sorgfältiger Arbeit können die Querprofile bis auf 200 m nach jeder Seite der Standlinie ausgedehnt werden, ohne dafs die Genauigkeit der Arbeit darunter leidet. Sind indes noch gröfsere Längen erforderlich, dann empfiehlt es sich, ein zweites dem ersteren paralleles Polygon als Basis für die längeren Profile auszustecken, zu stationieren, zu nivellieren und mit dem ersteren durch ein Dreiecksnetz fest zu verbinden. Man thut in solchen Fällen gut, die Schnittpunkte der Querprofile in beiden Linien einzumessen, um damit für die Messung eine einfache Kontrole zu erhalten.

Ein besonderes Abpflöcken der Querprofile ist meistens nicht erforderlich, weil gleich beim Messen derselben die nötigen Höhen bestimmt werden können.

Dies geschieht auf verschiedene Weise:

1. Mit dem gewöhnlichen Nivellierinstrumente. Die Anwendung des Nivellierinstruments zur Aufnahme von Querprofilen empfiehlt sich für flaches oder mäfsig ansteigendes Terrain, welches gestattet, mehrere Punkte von einer Aufstellung des Instruments aus einwiegen zu können. Zu diesem Zwecke nivelliert man gleichzeitig mehrere Profile, wobei in jeder Aufstellung passend gelegene feste Punkte eingewogen werden, welche man zur Kontrole der Richtigkeit der Messung bei dem Nivellement der anschliefsenden Profilgruppe wieder mit anvisiert. Auf jedem einzelnen, mit Piquetstäben ausgesteckten Profile nimmt ein geübter Mefsgehülfe während des Nivellements die Längenmessungen vor und ruft dem Nivellierenden die Entfernung der einzelnen einzumessenden Höhenpunkte von der Polygonlinie ab zu. Die einzunivellierenden Punkte beschränken sich im wesentlichen auf die Brechpunkte des Terrains, wobei allerdings einzelne für das Nivellement interessante Höhen, wie Wegekronen, Wasserläufe etc. selbstverständlich zu berücksichtigen sind. Ebenso wird man nicht unterlassen, die Schnittpunkte einzelner für die Situation wichtiger Linien in den Profilen einmessen zu lassen, um ohne besonderen Zeitaufwand schätzenswerte Anhaltepunkte für das Übertragen der Situation aus den vorhandenen Karten zu gewinnen. Das Manual wird bei diesen Arbeiten im allgemeinen in gleicher Weise, wie bei dem Nivellement des Polygonzuges geführt, jedoch müssen die Beobachtungen für jedes Querprofil getrennt geführt werden, sodafs eine volle Übersichtlichkeit im Manuale gewahrt bleibt und jedes Profil für sich abgeschlossen berechnet werden kann.

Nivellements-Manuale.

Formular I.

No. der Station.	Lattenablesung: rückwärts	Mitte	vorwärts	Höhe der Visur.	Höhe der Station.	Bemerkungen.
FP	2,63			142,95	140,32	F. P. No. 19.
3		3,15			139,80	
3 + 50,0		3,27			139,68	
3 + 55,5		3,20			139,75	Mitte des Weges.
3 + 61,0		3,30			139,65	
4		1,85			141,10	
4 + 50,0			1,93		141,02	
4 + 50,0	1,25			142,27		
5		2,62			139,65	
5 + 50,0			1,41		140,86	
	3,88		3,34			Probe für die Richtigkeit der Rechnung: 140,32 + 0,54 = 140,86
	Steigen 0,54					

Formular II.

No. der Station.	Lattenablesung: rückwärts	Mitte	vorwärts	Terrain steigt.	fällt.	Höhe der Station.	Bemerkungen.
FP	2,63					140,32	F. P. No. 19.
3		3,15			0,52	139,80	
3 + 50,0		3,27			0,12	139,68	
3 + 55,5		3,20		0,07		139,75	Mitte des Weges.
3 + 61,0		3,30			0,10	139,65	
4		1,85		1,45		141,10	
4 + 50,0			1,93		0,08	141,02	
4 + 50,0	1,25						
5		2,62			1,37	139,65	
5 + 50,0			1,41	1,21		140,86	
	3,88		3,34	2,73	2,19		Probe für die Richtigkeit der Rechnung: 140,32 + 0,54 = 140,86
	Steigen 0,54			St. 0,54			

2. Aufnahme der Querprofile mit der Setzlatte. Bei steil abfallendem Terrain wird der Gebrauch des Nivellierinstrumentes, wegen der dann notwendigen häufigen Umstellungen desselben, zeitraubend und unzweckmäfsig. Hier wendet man besser die Setzlatte an, welcher man zu diesem Zwecke passend eine Länge von circa 4 m gibt. In Fig. 1, Taf. VIII ist eine solche Aufnahme dargestellt, welche auch als Norm

für die Führung des Manuals dient. Man kann indes dazu auch die Nivellementsformulare (S. 158) benutzen.

3. Querprofilaufnahme mit dem Pendelspiegel. Ein wegen seiner einfachen Handhabung sehr geeignetes Instrument für die Aufnahme von Profilen ist der vom Baumeister Meydenbauer erfundene Pendelspiegel.[43])

Die Konstruktion desselben beruht auf dem physikalischen Satze: Wenn man in einem vertikal stehenden Planspiegel das Bild seiner eigenen Pupille sieht, so ist die durch die Pupille und das Bild derselben bestimmte Linie rechtwinklig zum Spiegel, mithin horizontal. Der Spiegel wird nun durch ein Pendel in der senkrechten Lage erhalten und ist so eingerichtet, dafs man an dem Bilde der Pupille des eigenen Auges vorbei auf einer in kurzer Entfernung aufgestellten, in Decimeter geteilten Latte die Höhenzahlen genau wie beim Nivellierinstrument abliest, wobei man gleichzeitig die Instrumenthöhe an einem in Centimeter geteilten Stabe ermittelt, an welchem der Pendelspiegel verschiebbar angebracht ist. Die Entfernung der Latte vom Instrument wird durch eine 20 m lange, gut gearbeitete und besonders präparierte Draht-Hanfschnur, welche durch daran befestigte Ringe in Längen von 0,5 m eingeteilt ist, gemessen.

Als passendes Manual für diese Messungen empfehlen sich die S. 158 gegebenen Formulare für gewöhnliche Nivellements. Die Ablesung vom Stabe wird dabei als Rückwärtsvisur, die an der Latte als Zwischenpunkt resp. Vorwärtsvisur notiert. Die Rechnung bleibt dieselbe, wie bei dem gewöhnlichen Nivellement. Selbstverständlich dürfen Ablesungen für Zwischenpunkte nur dann notiert werden, wenn die Instrumenthöhe nicht geändert ist, und glauben die Verfasser, abweichend von der im genannten Aufsatze gegebenen Anweisung, aus diesem Grunde empfehlen zu müssen, dafs nicht die Instrumenthöhe bei jeder Ablesung so weit verschoben werde, bis man einen Decimeterstrich neben dem Bilde der Pupille im Spiegel sieht, sondern dafs man das Instrument, während einer Aufstellung für alle von dieser aus zu machenden Ablesungen, in derselben Höhe läfst und auf der Latte, wie bei einem Nivellierinstrument, abliest. Zu diesem Zwecke würde es allerdings gut sein, auf der Latte auch noch die halben Decimeter durch einen kürzeren Strich zu markieren, was bei den zu dem fraglichen Instrumente gelieferten Latten bis jetzt nicht der Fall ist.

Mit diesem Instrumente geht die Arbeit bei einiger Übung ganz aufserordentlich rasch von statten, und ist die damit zu erzielende Genauigkeit der Höhenmessung, welche Meydenbauer auf $^1/_{1000}$ bis $^1/_{4000}$ angibt, für derartige Arbeiten vollständig ausreichend. Das Nähere über die Justierung des Instruments etc. gibt der angeführte Aufsatz.

Die vorstehend beschriebene Terrainaufnahme mit Querprofilen ist die älteste und primitivste, jedoch in wenig coupiertem Terrain, in welchem mit dem Nivellierinstrument ohne viele Umstellungen grofse Strecken aufgenommen werden können, wohl noch empfehlenswert und im dicht belaubten Walde überhaupt die einzig mögliche. Im allgemeinen erfordert diese Methode den gröfsten Arbeits- und Zeitaufwand, weil man dabei zur Bestimmung der Lage und Höhe der für die Einzeichnung der Horizontalkurven wichtigen Terrainpunkte stets eine grofse Anzahl überflüssiger Nebenpunkte mit aufnehmen und berechnen mufs, was bei den unten beschriebenen Methoden, bei denen nur solche Punkte bestimmt werden, welche für die Terrainbildung oder die Situation wichtig sind, nicht erforderlich ist. Trotzdem wird dies Verfahren noch vielfach und besonders da, wo gute Kartenwerke die Situation vollständig geben und nur noch die

[43]) Deutsche Bauz. Jahrg. 1873, No. 92.

Höhen aufzunehmen sind, angewandt, weil die dazu erforderlichen Instrumente einfach und billig, und weil die Vorzüge der unten zu besprechenden Methoden, wenigstens in Norddeutschland, im allgemeinen weniger bekannt sind.

c. Zeichnen der Pläne. Bevor mit dem Auftragen des Polygons und der Querprofile begonnen werden kann, ist zunächst die Einteilung der ganzen Linie in einzelne Teile nach der Gröfse der zu verwendenden Blätter vorzunehmen. Für Preufsen ist letztere bei einem Mafsstabe von 1:2500 auf 60 cm Höhe und 150 bis 200 cm Länge festgesetzt, was ungefähr der Gröfse zweier aneinander geklebter Bogen Whatmann entspricht. Um nun die zweckmäfsigste Teilung zu erhalten, trägt man das Polygon in kleinem Mafsstabe (etwa 1:50000) flüchtig auf, zeichnet die vorgeschriebene Blattgröfse in gleichem Mafsstabe auf Pauspapier und sucht mit diesen, in der aus Fig. 2, Taf. VIII ersichtlichen Weise, eine passende Teilung der Blätter zu erreichen, wobei darauf zu achten ist, dafs der Übersicht halber die Anfang- und Endpartien eines jeden Blattes auf 100 bis 200 m Länge auf dem vorhergehenden resp. folgenden Blatte mit Platz finden können.

Das Auftragen des Polygons geschieht, mit möglichster Genauigkeit, mit Hülfe der für dasselbe berechneten Koordinaten. Die nähere Anleitung hierfür, sowie für das weitere Auftragen der Situation, falls aus Mangel an Karten eine besondere Aufnahme derselben nötig war, ist weiter unten bei der Anfertigung der Grunderwerbskarten gegeben, worauf hier verwiesen werden kann. In dem gezeichneten Polygonzuge werden nun alle im Felde eingemessenen Stations- und Zwischenpunkte mit Hülfe eines gut geteilten, mit abgeschrägten Kanten versehenen Mafsstabes aufgetragen und die Querprofile auf demselben abgesetzt.

In den Querprofilen werden zunächst die etwa eingemessenen Schnittpunkte einzelner Situationslinien markiert, um für das Übertragen der Situation aus vorhandenen Karten die nötigen Anhaltspunkte zu gewinnen. Sodann wird die Situation nach den vorhandenen, eventuell auf den erforderlichen Mafsstab zu reduzierenden Karten auf Ölpapier durchgepaust und die Ölkopien nach den aufgenommenen, gezeichneten Situationsteilen auf dem Plane orientiert. In den meisten Fällen werden sich dabei Ungenauigkeiten der vorhandenen Karten zeigen; man kann indes unbedenklich geringe Verschiebungen der Pausen vornehmen, besonders wenn es sich um Ungenauigkeiten von Kulturgrenzen und untergeordneten Privatwegen handelt.

Nachdem die Situation von den Ölkopien auf den Plan übertragen und in Tusche ausgezogen ist, sind dann weiter die aufgenommenen Höhenpunkte in den Profilen mit Hülfe eines abgeschrägten Mafsstabes aufzutragen und die Höhenzahlen daneben zu schreiben. Dabei ist es vollkommen ausreichend, wenn die letzteren auf Decimeter genau angegeben werden; nur sind einzelne wichtigere Punkte, namentlich Fixpunkte genauer einzutragen und die letzteren mit einem *F. P.* noch besonders kenntlich zu machen.

Das Zeichnen der Horizontalkurven in Höhenabständen von 1, 2 bis 5 m, je nach der Terrainbildung geschieht durch Interpolation derselben zwischen den eingeschriebenen Höhen. Hierzu wird vielfach empfohlen, auf quadriertem Papier vollständige Querprofile nach den gegebenen Höhenpunkten zu zeichnen und so durch die Schnitte der betreffenden Horizontalen mit den Querprofillinien die Entfernung der Horizontalkurven von der Achse oder irgend einem Punkte des Querprofils abgreifen zu können. Es ist diese Methode indes zu zeitraubend und hat vor der weit einfacheren direkten Konstruktion nicht einmal den Vorteil gröfserer Genauigkeit, welche sich durch das Auftragen der Querprofile und das Abgreifen der Mafse nur verringern kann. Ein sehr einfaches Verfahren

von H. Ph. Hättasch[44]) für direkte Konstruktion der Horizontalkurven auf dem Plane ist in Fig. 3, Taf. VIII dargestellt. Ein auf einem Papierstreifen gezeichneter Mafsstab wird an dem einen von zwei Höhenpunkten, zwischen welchen die Horizontalkurven bestimmt werden sollen, so angelegt, dafs die Teilung mit den Einern und Bruchteilen der Höhenzahl übereinstimmt. Hält man nun den Mafsstab in dieser Lage mit dem Finger fest und verbindet den zweiten Höhenpunkt mit der der Höhe desselben entsprechenden Zahl des Mafsstabes durch eine gerade Linie, so ergibt sich die gesuchte Lage der Horizontalkurven, wenn man durch die bezüglichen Teilpunkte des Mafsstabes zu jener Linie Parallelen zieht, in den Schnitten dieser mit der Verbindungslinie der gegebenen Höhenpunkte. Bei einiger Übung und wenn nur etwa 1 oder 2 Kurven zwischen 2 gegebenen Punkten zu bestimmen sind, wird man aber auch dieses Verfahren nicht mehr anwenden, sondern schon nach dem Augenmafse die Lage derselben bemessen können. Bei dem Zeichnen der Horizontalkurven mufs auch genügende Rücksicht auf die Situation genommen werden, besonders da, wo Wege auf Dämmen oder in Einschnitten liegen und wo Wasserläufe vorhanden sind. Hier müssen die ohne Rücksicht auf die Wege- und Bachböschungen konstruierten Horizontalkurven nach diesen in entsprechender Weise korrigiert werden.

Wenn irgend thunlich empfiehlt es sich, die in Blei fertig gezeichneten Horizontalkurven direkt mit dem Terrain zu vergleichen. Bei einiger Übung wird man dabei leicht etwaige Fehler in der Aufnahme oder in der Zeichnung der Horizontalkurven erkennen, und dieselben entweder direkt verbessern oder durch kleine Nachaufnahmen beseitigen können.

Beim Auszeichnen der Kurven sind der besseren Übersicht wegen bei einem Kurvenabstand von 1 m die 5- und 10 m-Kurven, bei einem Abstand von 2 m nur die 10 m-Kurven mit stärkeren Strichen auszuziehen.

Die Höhenzahlen, welche zur Konstruktion der Kurven gedient haben, sind, wenn man es nicht vorzieht, dieselben nach nochmaliger genauer Revision ganz aus den Plänen zu entfernen, mit kleinen deutlichen Ziffern in dem fertigen Plane so zu fixieren, dafs durch diese die Übersicht desselben nicht gestört wird. Jedenfalls ist es notwendig, Fixpunkte und einzelne wichtige Höhen, wie Schienenoberkanten vorhandener Bahnen, Hochwasserstände, Höhe an Wehren und bedeutenderen Wegen etc. dauernd in den Plan einzutragen.

Als Muster für die Art der Ausstattung der fertigen Pläne ist auf Taf. III ein solcher dargestellt, wie er vom preufsischen Ministerium für die Vorlage specieller Vorarbeiten verlangt wird. Derselbe zeichnet sich aus durch Einfachheit und Klarheit der Darstellung aller bestehenden und projektierten Anlagen, sowie durch zweckmäfsige Bezeichnung der einzelnen Kontouren. Nur scheint es zweckmäfsig, die Horizontalkurven, wie in Taf. III geschehen, braun auszuziehen und nicht wie in dem preufsichen Musterblatte schwarz, da dieselben dann besser von den Linien für die Situation zu unterscheiden sind.

2. Aufnahme der Horizontalkurvenpläne mit distanzmessenden Universal-Instrumenten.

Diese Art der Terrainaufnahme unterscheidet sich von der vorstehend beschriebenen wesentlich dadurch, dafs nicht mehr Profile eines Systems von Linien aufgenommen, sondern nur einzelne für die Terrainbildung charakteristische zerstreut liegende Punkte,

[44]) Erbkams Zeitschr. f. Bauw. 1873, S. 159.

der Höhe und Lage nach, bestimmt werden. Es wird dies durch Universalinstrumente ermöglicht, welche mit einem Distanzmesser versehen sind, der alle direkten Längenmessungen überflüssig macht. In dem Folgenden soll das Nötige über die Theorie und den Gebrauch dieser Instrumente mitgeteilt werden.

Theoretisches über die distanzmessenden Instrumente.

Die hier in Frage stehenden Universalinstrumente unterscheiden sich untereinander im wesentlichen durch die Art der Distanzmessung. Die hervorragenderen von den in der Praxis im Gebrauch befindlichen sind:

der Stampfer'sche,
„ Reichenbach'sche und
„ Porro'sche Distanzmesser.

Stampfer verwendet bei seinem Distanzmesser, mit welchem er auch Nivellierinstrumente versehen hat, eine Latte, an welcher zwei Zielscheiben in einem konstanten Abstande d (je nach der Entfernung der aufzunehmenden Objekte 1 bis 3 m) von einander angebracht sind. Der Winkel, welchen die Visuren auf der oberen und unteren Scheibe miteinander einschliefsen, wird mit einer sehr fein geschnittenen Schraube gemessen, und dient zur Ermittelung der Entfernung eines Punktes, während der an einem 360gradigen Vertikalkreise abzulesende Neigungswinkel der optischen Achse für die Berechnung der Höhenlage eines Punktes benutzt wird, wobei für jede Ablesung durch ein Vorzeichen zu bemerken ist, ob der betreffende Winkel ein Elevations- oder Depressionswinkel, da der Nullpunkt der Teilung des Vertikalkreises mit der horizontalen Lage des Fernrohrs zusammenfällt.

Die Berechnung der Höhe *(H)* der unteren Scheibe der Latte über oder unter dem Horizonte des Instruments und der horizontalen Entfernung *(D)* der Latte vom Instrument (siehe Fig. 31, 32 u. 33) erfolgt aus den Ablesungen des Elevations- oder Depressionswinkels (β) und des Standes der Schraube bei der Visur auf die untere Scheibe *(u)* und der auf die obere *(o)* nach der Formel

$$H = \frac{k}{o-u} \cdot d \cdot \sin\beta \cdot \cos\beta \quad \text{und} \quad D = \frac{k}{o-u} \cdot d \cdot \cos^2\beta,$$

worin d den Abstand der Scheiben auf der Latte und k eine für jedes Instrument besonders zu bestimmende Konstante bezeichnet.[45])

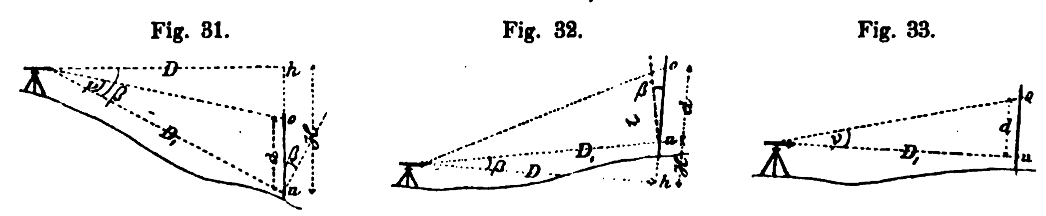


Fig. 31. Fig. 32. Fig. 33.

Bei dem grofsen Stampfer'schen Universalinstrumente ist diese Konstante $k = 324$, was bei den kleinern Instrumenten dieser Art nicht der Fall ist. Während daher für die ersteren die von Stampfer zur Vermeidung der Rechnung für die Werte D und H

[45]) Bezeichnet man mit γ den Winkel, welchen die Visuren auf die untere und die obere Scheibe mit einander einschliefsen, so darf man in Rücksicht auf die geringe Gröfse dieses Winkels bei annähernd horizontaler Richtung der Visur auf die untere Scheibe (siehe Fig. 33) setzen:

$$d = D_1 \cdot \tan\gamma .$$

Nun ist $\tan\gamma$, wieder wegen der Kleinheit des Winkels, der Differenz der Schraubengänge $o-u$ direkt pro-

berechneten Tabellen benutzt werden können, müssen bei letzteren, für jedes einzelne Instrument solche Tabellen erst berechnet werden oder die Berechnung nach den gegebenen Formeln für jeden einzelnen Punkt direkt erfolgen. Diese direkte Berechnung läfst sich mit dem gewöhnlichen 26 cm langen Rechenschieber in so einfacher Weise bewerkstelligen, dafs man bei einiger Übung dieses Verfahren[46]) selbst dem immerhin umständlichen Nachschlagen vorhandener Tabellen vorziehen wird. Zu diesem Zwecke sind die obigen Gleichungen für D und H folgendermafsen umzugestalten:

$$H = \frac{k}{o-u} . d . sin \beta . cos . \beta = \frac{324}{o-u} . \frac{d}{2} . sin 2\beta \quad \text{und}$$

$$D = \frac{k}{o-u} . cos .^2 \beta = \frac{k}{o-u} d . (1 - sin^2 \beta) = \frac{k}{o-u} d - \frac{k}{o-u} d . sin^2 \beta .$$

Das zweite Glied der letzten Formel gibt die Reduktion der direkt gemessenen Entfernung auf dem Horizont an. Dieselbe ist in der Regel nur sehr gering und kann in vielen Fällen sogar ganz vernachlässigt werden. Man thut gut, die Werte dieses Gliedes in einer besonderen kleinen Tabelle von 10 zu 10 m und von 1 zu 1° zusammen zu stellen, um die Berechnung soviel als möglich zu vereinfachen. Demnach hat man es bei der letzteren nur noch mit folgenden Werten zu thun:

$$H = \frac{k}{o-u} . d . \frac{sin 2\beta}{2} \quad \text{und} \quad D' = \frac{k}{o-u} . d ,$$

in welchen der gemeinsame Faktor $\frac{k}{o-u} . d$ die Rechnung wesentlich erleichert und namentlich die Benutzung des Rechenschiebers sehr vereinfacht, indem durch einmalige Einstellung des Schiebers der Wert D und durch nochmalige Verschiebung der Wert von H direkt erhalten wird, zu denen bei dem ersteren event. der Wert für die Reduktion hinzuzufügen ist.

Es mag noch darauf aufmerksam gemacht werden, dafs H den Höhenunterschied zwischen der unteren Scheibe der Latte und dem Horizont des Instrumentes bezeichnet; demnach ist zur Ermittelung der Höhe des Fufspunktes der Latte über oder unter dem Horizonte des Instrumentes, die Entfernung dieses Fufspunktes von der unteren Scheibe, welche man passend 1 m wählt, zu H stets negativ hinzuzufügen.

Die Manipulationen im Felde mit diesem Instrumente sind im ganzen nicht schwierig, jedoch ist die Handhabung der Mikrometerschraube bei jeder Visur sehr zeitraubend.

Der Reichenbach'sche Distanzmesser mifst die Entfernungen mittels einer geteilten Latte, auf welcher an zwei Horizontalfäden des Fernrohrs abgelesen wird. Die Entfernung eines Punktes ergibt sich dabei nach der Formel $D = a + k . d$, in welcher a = der Brennweite (f) des Objektivs, plus der Entfernung des Objektivs von der vertikalen Drehachse des Instruments, k das Verhältnis dieser Brennweite (f) zu dem Abstande der beiden Fäden (p) des Fadenkreuzes von einander, also $k = \frac{f}{p}$, und d die

---

portional anzusehen, mithin

$$tang \gamma = \frac{o-u}{k} \quad \text{und} \quad d = D_1 . \frac{o-u}{k} \quad \text{oder} \quad D_1 = \frac{d . k}{o-u} .$$

Ist nun die Visur auf die untere Scheibe gegen den Horizont um den Winkel β geneigt (siehe Fig. 31 u. 32), so ist

$$D_1 = \frac{d . k}{o-u} cos \beta \quad \text{und} \quad D = D_1 . cos \beta = \frac{d . k}{o-u} . cos^2 \beta \quad \text{und}$$

$$H = D . tang \beta = \frac{d . k}{o-u} cos^2 \beta . tang \beta = \frac{d . k}{o-u} cos^2 \beta . \frac{sin \beta}{cos \beta} = \frac{d . k}{o-u} sin \beta . cos \beta .$$

Ausführliches über die Theorie dieses Instruments siehe S. Stampfer. Theoretische und praktische Anleitung zum Nivellieren.

[46]) Dasselbe wurde zuerst von Ingenieur C. Griebel angewandt.

Länge des durch die Horizontalfäden begrenzten Teiles der Latte bezeichnet; a und k sind daher konstante Gröfsen, die für jedes Instrument aber besonders bestimmt werden müssen.

Die Konstante a ist so klein, meistens unter 0,5 m, dafs man sie gewöhnlich ganz vernachlässigen kann. Will man sie indes berücksichtigen, so mufs sie dem gröfseren nach der Entfernung variablen Gliede $k.d$ hinzugefügt werden. Dies kann dann direkt in Zahlen oder durch den beim Auftragen der Entfernungen benutzten Mafsstab geschehen, indem man dieselben ein für alle Mal vom Nullpunkte des Mafsstabes aus aufträgt und alle Längen von diesem neuen Nullpunkte an abgreift.

Die Konstante k tritt multiplikativ auf; man mufs daher, um die Rechnung möglichst zu vereinfachen, die Stellung der Fäden zu einander so regulieren, dafs k durch eine runde Zahl, etwa 100 oder 200 ausgedrückt wird, sodafs auf der Latte abzulesende ganze oder halbe Centimeter, abgesehen von dem sehr kleinen Gliede a, direkt die gesuchte Entfernung eines Punktes in Metern ergeben.

Sind die Fäden zu einander nicht verstellbar, so ist, zur Erreichung desselben Zweckes, die Lattenteilung nach dem Verhältnis $\frac{1}{k}$ einzurichten, sonst ist man in diesem Falle, bei Benutzung gewöhnlicher Latten genötigt, jede einzelne Entfernung zu berechnen oder aus dazu vorgerichteten Tabellen zu entnehmen.

Die Ausführung dieser Rechnung sowie die Berechnung der Höhe H geschieht in gleicher Weise wie bei dem nachstehend beschriebenen Instrumente.

Der Porro'sche Distanzmesser[47]) ist so eingerichtet, dafs mittels Einschaltung von anallatischen Linsen der Scheitel des distanzmessenden Winkels in die Drehachse des Instrumentes verlegt und die an einer geteilten Latte am oberen und unteren Horizontalfaden abgelesene Entfernung direkt von der Drehachse des Instrumentes aus gemessen wird. Das Fadenkreuz enthält aufser den zwei distanzmessenden Fäden einen horizontalen Mittelfaden und einen Vertikalfaden, um das Instrument zu allen anderen Messungen gleich geschickt zu machen.

---

[47]) Dieser Distanzmesser wurde schon im Jahre 1823 von Professor Porro, Leiter des technomatischen Institutes in Mailand, erfunden und bei einem von ihm Clepscykel genannten Instrumente, welches Werner in seiner Tacheometrie beschreibt, im Jahre 1835 bei topographischen Aufnahmen des piemontesischen Generalstabes angewandt (Ann. des ponts et chaussées, 2e semestre 1852).

Schon damals wurde die Porro'sche Aufnahmemethode Levés à la Stadia einer aus 4 Mitgliedern bestehenden Kommission in einem Berichte an den französischen Minister der öffentlichen Arbeiten warm empfohlen, jedoch fand sie weiter keine Verbreitung, weil die Instrumente zu kompliziert waren und nur in dem technomatischen Institute in Mailand repariert werden konnten. Erst Moinot verwertete den Porro'schen Distanzmesser in sehr schöner Weise, indem er ihn an einem Universalinstrumente anbrachte und eine Methode für die Aufnahme, Ausrechnung und Zeichnung der einzelnen Punkte des Terrains erdachte, welche bis jetzt unübertroffen dasteht. Dieselbe ist genau beschrieben in seinem Buche: Levés des plans à la Stadiá 1865. Nördlinger macht auf dieses Buch in einer Recension der Zeitschr. d. hann. Arch.- u. Ing.-Ver. vom Jahre 1865 aufmerksam und empfiehlt die Moinot'sche Aufnahmemethode sehr warm. Seitdem wurden die Vorgänge mit dem Tacheometer im Jahre 1871 in derselben Zeitschrift und im Jahre 1872 in der deutschen Bauzeitung von dem Ingenieur Heuser geschildert. Den Verfassern wurde das Instrument im Jahre 1870 in Österreich bekannt, wo der Ingenieur Heuser dasselbe zuerst einführte. Seitdem haben sie Gelegenheit gehabt, bei ausgedehnten Tracierungen in sehr coupiertem Terrain die Vorzüglichkeit des Instrumentes, sowie die aufserordentlichen Vorteile des Moinot'schen Verfahrens näher kennen zu lernen.

Gröfsere Verbreitung hat die Methode jedoch in Norddeutschland, so viel bekannt, nicht gefunden.

In Österreich hat man die Vorzüge der Aufnahmemethode mehr gewürdigt, wie der Aufsatz von Tinter in der Zeitschrift des österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1873 und die Tacheometrie von Werner, Wien 1873, beweisen.



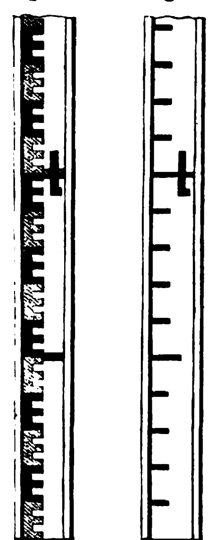
Die genaue Beschreibung des Porro'schen Distanzmessers und der Korrektion desselben, auf welche hier nicht weiter eingegangen werden kann, gibt Tinter in der Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. im Jahrg. 1873, S. 42 und Werner in seiner Tacheometrie.

Die Teilung der 4 m langen Latte und die Entfernung der Fäden ist bei den von Richer in Paris und Starke in Wien gefertigten Instrumenten mit Porro'scher Distanzmessung, den sogenannten Tacheometern, richtiger Tachymetern, so eingerichtet, dafs 0,5 cm der Latte der direkten Entfernung von 1 m entsprechen.

Die von Richer gelieferten Latten (siehe Fig. 34) sind 4 m lang, haben in der Mitte ein Charnier und können zusammengeklappt werden; ein schweres Pendel an der Rückseite dient zum Vertikalstellen. Die Teilung ist in verschiedenen Farben rot und blau so ausgeführt, dafs die geraden (natürlich halben) Decimeter blau, die ungeraden rot gestrichen sind; die Meterzahlen sind schwarz geschrieben. Auf dieser Latte kann man in der Nähe sehr scharf und gut ablesen, jedoch ist bei gröfseren Entfernungen die Teilung nicht mehr sehr deutlich.

In der Praxis hat sich dagegen die in Fig. 35 dargestellte Latte, deren einfache schwarze Teilung auf grofse Entfernungen deutlich sichtbar ist, als zweckmäfsig erwiesen. An derselben ist passend eine kleine Dosenlibelle für die Vertikalstellung der Latte anzubringen.

Fig. 34. Fig. 35.



Die von Richer gefertigten Instrumente sind äufserst solide und praktisch gebaut. Die gröfste Sorte dieser Instrumente sind Universalinstrumente in der weitgehendsten Bedeutung des Wortes, sie haben einen in 400° geteilten Horizontalkreis von 17,5 cm Durchmesser und einen ebenso geteilten Vertikalkreis von 15,0 cm Durchmesser. Bei beiden Kreisen ist die Teilung so deutlich, dafs man bequem auf 0,01° ohne Lupe ablesen kann, ein Vorteil, der nicht hoch genug anzuschlagen ist. Der Nonius des Vertikalkreises zeigt 100° resp. 300° bei horizontaler Lage der Visierachse, sodafs alle Ablesungen der Vertikalwinkel positiv sind, und man daher niemals darauf zu achten braucht, ob der abgelesene Winkel Elevations- oder Depressionswinkel ist, was einen weiteren wesentlichen Vorteil für den praktischen Gebrauch des Instrumentes ausmacht.

Das Fernrohr, in welchem die anallatischen Linsen in einer durch Reibung gehaltenen Hülse befestigt, ist so abbalanziert, dafs es ohne Klemmung und feine Einstellung mit der Mikrometerschraube ohne weiteres in jeder beliebigen Lage stehen bleibt, wenn nur die Druckschrauben auf der Achse ein wenig angezogen sind. Durch diese Einrichtung ist es möglich, die verschiedenen Punkte anzuvisieren und die nötigen Ablesungen zu machen, ohne die zeitraubenden Einstellungen mit den Mikrometerschrauben machen zu müssen. Die letzteren gebraucht man im Felde nur bei ganz besonders scharf zu bestimmenden Punkten.

Das Instrument ist noch mit einer Magnetnadel versehen, welche in einem fernrohrähnlichen Gehäuse unter der Alhidade eingeschlossen ist. Die aufwärts gebogene Spitze derselben spielt vor einem matt geschliffenen, mit einer Gradeinteilung versehenen Glase. Durch die Benutzung derselben erhält man eine gute Kontrole für die richtige Bestimmung der Winkel beim Übergange von einem Standpunkte zum andern und für die unveränderte Lage des Instrumentes während einer Aufstellung.

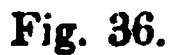
Von den zwei Röhrenlibellen am Instrumente dient die eine, fest mit der Alhidade verbunden, zum Horizontalstellen derselben, die zweite, fest mit dem Fernrohre ver-

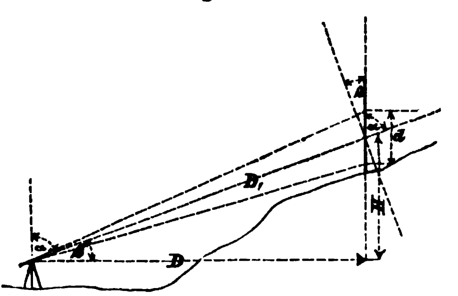
bunden, zur genauen Einstellung des Nonius am Vertikalkreise auf 100 resp. 300° bei horizontaler Lage des Fernrohres resp. dieser Libelle.

Ähnlich wie diese Instrumente sind die Tachymeter von Starke in Wien konstruiert. Letztere haben jedoch 360teilige Kreise, deren Teilung man nur mit der Lupe ablesen kann.[48]) Die Magnetnadel liegt, in einem Kästchen eingeschlossen, über der Alhidade. Ganz zweckmäfsig hat Starke auf der Alhidade noch zwei kleine rechtwinklig zu einander stehende Röhrenlibellen angebracht, mit deren Hülfe das Instrument sehr rasch horizontal gestellt und der horizontale Stand leicht kontroliert werden kann, und aufserdem eine Aufsatzlibelle zur Kontrolierung der horizontalen Lage der Drehachse des Fernrohres hinzugefügt. Der vordere Teil des Fernrohres, in welchem das Okular und die anallatischen Linsen sich befinden, kann, nach Lösung einer Klemmschraube, um ein geringes vor oder rückwärts geschoben und dadurch der Distanzmesser so korrigiert werden, dafs an der Latte die abgelesene Entfernung genau der gemessenen Entfernung entspricht. Diese Korrektion ist bei den Richer'schen Instrumenten nur ausführbar durch Auseinandernehmen des Fernrohres und Verschieben der die anallatischen Linsen haltenden Hülse.

Die Berechnung der Horizontaldistanz und der Höhe des anvisierten Punktes, richtiger der Höhe desjenigen Punktes auf der Latte, welcher durch die Visur über den Mittelfaden getroffen wird, unter oder über dem Horizont des Instruments erfolgt bei Instrumenten mit Reichenbach'schem oder Porro'schem Distanzmesser nach den Formeln: $D = d . \sin^2 \alpha$ und

$$H = D \operatorname{cotang} \alpha = \tfrac{1}{2} d \sin 2\alpha$$ (siehe Fig. 36),


Fig. 36.



worin:

D die horizontale Entfernung der Latte vom Instrumente,

d die an der Latte abgelesene Entfernung,

α den Vertikalwinkel vom Zenith gemessen und

H die Höhe des durch das Visier über den Mittelfaden auf der Latte markierten Punktes, über oder unter dem Horizont des Instrumentes,

bezeichnet. Zur Vermeidung der sehr zeitraubenden Berechnung dieser Formeln, mit Hülfe der Logarithmen, wendet man verschiedene Mittel an.

1. Tabellen, in welchen für verschiedene Entfernungen und verschiedene Winkel die obigen Werte angegeben sind. Solcher Tabellen gibt es mehrere. Eine von L. Bösch[49]), nach dem Vorbilde der Tabelle von Wild berechnet, gibt die Horizontaldistanz und die Höhe von 10 bis 150 m in Intervallen von 2 m für Winkel von 0 bis 20° bei Intervallen von 15 Minuten des 360teiligen Kreises an. Dabei ist jedoch zu bemerken, dafs diese Tabellen für Kreise berechnet sind, deren Nonius bei horizontaler Visur 0° zeigt.

Eine andere ähnliche Tabelle ist von Professor Tinter[50]) ebenfalls für 360teilige Kreise, deren Nonius aber bei horizontaler Lage des Fernrohres 90° zeigt, zusammen-

---

[48]) Wie wir erfahren, liefert indes Starke auf besondere Bestellung ebenfalls Tachymeter mit 400gradigen Kreisen, deren Teilung ohne Lupe ablesbar ist.

[49]) Zeitschr. d. hann. Arch.- u. Ing.-Ver. Jahrg. 1872, S. 559.

[50]) Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. Jahrg. 1873, S. 90.



gestellt. In derselben sind die Horizontal- und die Höhenentfernungen von 20 bis 400 m in Intervallen von 4 m für Winkel von 90 bis 80° von Grad zu Grad und für Winkel von 80 bis 55° von halben zu halben Graden angegeben, wobei als Distanzlatte eine einfach geteilte Nivellierlatte angenommen ist. Ferner gibt der Obergeometer Stück[51]) sehr zweckmäfsig angeordnete Tabellen, die aber leider nur für Instrumente mit Reichenbach'schem Distanzmesser, bei welchem das Verhältnis der Brennweite des Objektivs zur Entfernung der Horizontalfäden = 116,6613 beträgt, benutzt werden können.

2. Graphische Methode. Professor Jordan[52]) bestimmt die Horizontaldistanz $D = d\cos^2\beta$, wenn β den Winkel der Visierlinie mit dem Horizont bezeichnet, durch das in Fig. 4 auf Taf VIII dargestellte Diagramm. Es sei z. B. $D = 400\cos^2 18°$, so greift man mit dem Zirkel von A aus, auf dem Mafsstabe der X-Achse, die Länge 400 m ab, läfst die eine Zirkelspitze in A stehen und setzt die andere auf den, dem Winkel von 18° zugehörigen Schenkel ein, läfst die Zirkelspitze hier wieder stehen und erhält durch den Radius des die Y-Achse tangierenden Kreises die gesuchte Länge von $400 . \cos^2 18 = 362{,}2$ m. Für die Berechnung von d ist es natürlich ganz gleichgültig, ob der Vertikalwinkel ein Elevations- oder Depressionswinkel ist.

Für die Konstruktion des Diagramms gibt Jordan das folgende einfache Verfahren. Für die von der X-Achse aufgetragenen Winkel z mufs stattfinden $\cos z = \cos^2\beta$ und demnach auch $\sin\frac{z}{2} = \frac{\sin\beta}{\sqrt{2}}$, wenn β wieder den Winkel bezeichnet, welchen die direkte Visur mit der X-Achse einschliefst; hieraus berechnet man die Werte z und $\tan z$ und kann danach das Diagramm in beliebiger Gröfse auftragen.

Die Berechnung der Höhen erfolgt wieder mit Hülfe von Tabellen.

3. Der Rechenschieber. Moinot ermittelt die Werte von $D = d\sin^2\alpha$ und $H = D\,\text{cotang}\,\alpha$ mit einem 52 cm langen Rechenschieber, welcher in Fig. 1 u. 2, Taf. IV in voller Gröfse dargestellt ist. Bei demselben sind in Fig. 2, für die Ermittelung der Horizontaldistanz, die Werte von $\log\sin^2\alpha$ (für 400 teilige Kreise) in dem gleichen Mafsstabe wie die Werte von $\log D$, d. h. die Logarithmen der gewöhnlichen Zahlen, auf der unteren Teilung des Schiebers aufgetragen, die Werte von $\log D$ in der unteren Teilung der Coulisse. Hat man z. B. $d = 210$ m und $\alpha = 85°$ oder 115°, was ja bei dieser Berechnung ganz gleich ist, so stellt man (siehe Fig. 5 auf Taf. VIII) den Teilstrich von 100 der $\sin^2$ Teilung des Schiebers über 210 der Coulisse und liest links davon beim Teilstrich 85 oder 115 auf der unteren Skala die horizontale Entfernung $d =$ 198,6 m ab.

Für die Berechnung von $H = D . \text{cotang}\,\alpha$ ist zu berücksichtigen, dafs für $\alpha > 100°$, etwa $\alpha = 103°$, $H = D . \text{cotang}\,103° = D\,(-\tan 3°)$ und für $\alpha < 100°$, etwa $\alpha = 97°$, $H = D\,\text{cotang}\,97° = D . \tan 3°$ ist. Mit Rücksicht hierauf benutzt Moinot die Tangenten zur Berechnung der Höhe H, indem er den in der oberen Coulissenteilung aufgetragenen Logarithmen der Zahlen von 10 bis 1000 entsprechend die Logarithmen der Tangenten der Winkel von 0,637° bis 50° in der oberen Schieberteilung aufträgt, und die Winkel von 1° bis 50° daneben schreibt (siehe Fig. 2, Taf. IV). $\text{Log}\tan 0{,}637°$ ist nun 8,00000—10 und $\log\tan 6{,}35° = 9{,}00000-10$, diese beiden Zahlen 8 und 9, die Charakteristik von 0,637° resp. 6,35°, sind auch noch auf der Tangentenskala bei 0,637° resp. 6,35° eingraviert. Demnach korrespondieren, wenn 8 der Tangentenskala auf 10 der Nummerskala geschoben wird, natürlich 9 mit 100 und der Winkel 50° mit 1000,

[51]) Distanz- und Höhenmessung, Formeln und Tabellen behufs Aufnahme und Höhenbestimmung von H. Stück, Obergeometer.

[52]) Taschenbuch der praktischen Geometrie von Professor Wilhelm Jordan.



weil $\log tang\, 50^\circ = 10-10$ ist. Unter den Zahlen der Winkel von 1° bis 50° stehen auf dem Schieber noch die Winkel von 99° bis 50°, welche dieselben Cotangenten haben.

Der Gebrauch dieser beiden Skalen wird am leichtesten aus einigen Beispielen ersichtlich.

Es ist zu berechnen $H = 210 \,.\, cotang\, 119^\circ$, so ist $H = 210\, tang\, 19^\circ$. Man schiebt den Teilstrich bei der Charakteristik 9 der Tangentenskala unter den Teilstrich 210 der Nummerskala (siehe Fig. 6 auf Taf. VIII) und liest über 19 der Tangentenskala die Zahl 647 auf der oberen Skala ab. Weil nun die Charakteristik von $\log 210 = 2$, die von $\log tang\, 19^\circ = 9-10 = 1$ ist, so folgt, da sowohl 9 wie 19 innerhalb des zweiten Teiles der oberen Skala von 100 bis 1000 liegen, dafs die Charakteristik von $210\, tang\, 19^\circ$ gleich $2-1 = 1$, also $H = 210 \,.\, tang\, 19^\circ = 64{,}7$ ist.

Es sei ferner zu bestimmen $H = 75 \,.\, cotang\, 112^\circ = 75\, tang\, 12^\circ$. Man stellt den Schieber wie in Fig. 7 auf Taf. VIII gezeichnet und erhält über 12 den Wert 1436. Da nun $\log 75$ die Charakteristik 1, $\log tang\, 12^\circ$ die Charakteristik $9-10 = 1$ hat und da 9 im ersten Teile der oberen Skala von 10 bis 100, 12 dagegen im zweiten von 100 bis 1000 liegt, in welchem die Charakteristik um 1 gröfser, so folgt die Charakteristik von $75 \,.\, tang\, 12^\circ = 1-1+1 = 1$, also $H = 13{,}11$ m.

Es sei ferner zu bestimmen $H = 41 \,.\, cotang\, 101{,}10^\circ = 41\, tang\, 1{,}10^\circ$, so wird der Schieber gestellt, wie Fig. 8 auf Taf. VIII zeigt. Man erhält über 1,10 die Zahl 708. Da nun die Charakteristik von $\log 75 = 1$, die von $\log tang\, 1{,}10 = -2$, und sowohl 8, wie 1,10 im ersten Teile der oberen Skala liegen, so folgt die Charakteristik der gesuchten Zahl $= 1-2 = -1$, mithin $H = 0{,}708$ m.

Zu suchen ist $H = 140\, cotang\, 90^\circ$ (siehe Fig. 9 auf Taf. VIII). Man stellt 9 unter 140 und findet über 90 den Wert 2219. Die Charakteristik von $\log 140$ ist gleich 2, die von $\log cotang\, 90^\circ$ gleich -1 und da sowohl 9 wie 90 im zweiten Teile der oberen Skala liegen, so folgt für die Charakteristik der gesuchten Zahlen $2-1 = 1$, mithin ist $H = 22{,}19$.

Wie mit Winkeln über 150° oder unter 50°, welche übrigens selten vorkommen, verfahren werden mufs, mag folgendes Beispiel Fig. 10 auf Taf. VIII zeigen: Es sei $H = 120 \,.\, cotang\, 46^\circ$ zu bestimmen, so stellt man 46 unter 120 und liest bei 50 den Wert $H = 136$ m ab.

Kleinere Winkel als 0,637° und ebenso Winkel zwischen 99,363 und 100° sind auf der Skala nicht mehr aufgetragen und kann daher bei diesen mit dem Rechenschieber ohne weiteres das Resultat nicht ermittelt werden. Berücksichtigt man indes, dafs die Tangenten kleiner Winkel und die Cotangenten der Winkel nahe bis 100° als direkt den Winkeln proportional anzusehen sind, so kann man den Rechenschieber dadurch benutzbar machen, dafs man statt dieser in die Rechnung Winkel einführt, welche auf den Schiebern verzeichnet sind; z. B. sei der Winkel von 0,03° gegeben: $tang\, 0{,}03^\circ$ ist gleich zu setzen: $\frac{1}{10} \,.\, tang\, 0{,}3^\circ = \frac{1}{100}\, tang\, 3^\circ$, man kann also statt mit $tang\, 0{,}03^\circ$ mit $tang\, 3^\circ$ rechnen und das Resultat durch 100 teilen. Ebenso wird man für $cotang\, 99{,}98^\circ$: $\frac{1}{100} \,.\, cotang\, 98^\circ$ in die Rechnung einführen können, und mufs dann nur das Resultat durch 100 teilen, resp. den Decimalstrich um 2 Stellen verrücken.

Die Berechnung der horizontalen Entfernung und der Höhe, welche wir bisher getrennt behandelten, lassen sich auch gleichzeitig durch eine Verschiebung des Rechenschiebers erhalten, wenn man die zweite auf der unteren Schieberskala befindliche Teilung für $\sin^2\alpha$ benutzt, deren Indexstrich 100 genau unter dem Indexstrich 9 der oberen Teilung des Schiebers sich befindet und deren Teilung von hieraus nach rechts weiter geht. Es sei z. B. zu rechnen $D = 210 \,.\, \sin^2 115^\circ$ und $H = D\, cotang\, 115^\circ$, so stellt man 115 dieser zweiten Sinusteilung des Schiebers (siehe Fig. 11 auf Taf. VIII) über 210 der unteren Teilung der Coulisse, liest beim Index 100 der ersteren auf der letzten den Wert von $D = 198{,}6$ ab. Der gleiche Wert wird bei unveränderter Stellung des Schiebers vom Indexstrich 9 an der oberen Teilung der Coulisse markiert und ist derselbe, um H zu erhalten, mit $cotang\, 115^\circ$ zu multiplizieren, danach liest man über 15 der oberen Schieberteilung den Wert von $H = 47{,}8$ ab. Durch dieses einfache Verfahren ist also, durch eine einzige Verstellung des Schiebers, direkt sowohl die horizontale Entfernung, wie die Höhe des anvisierten Punktes, aufserordentlich rasch und einfach gefunden.

Es braucht wohl kaum noch bemerkt zu werden, dafs wenn einmal der Indexstrich der Ablesung des Winkels zur Bestimmung der Höhe über den Index 1000 resp. 10 der oberen Teilung der Coulisse hinausfällt, einfach der Indexstrich 9 auf dieselbe Zahl in der ersten Teilung von 10 bis 100 resp. in der zweiten von 100 bis 1000 einzustellen ist.

Werner[53]) hat für den gleichen Zweck für 360gradige Teilung einen Rechenschieber konstruiert (siehe Fig. 3, Taf. IV), bei welchem die obere und untere Teilung auf der Coulisse gleich und der des Moinot'schen Schiebers entspricht, dagegen ist die

[53]) Werner's Tacheometrie.

obere Teilung des Schiebers im Verhältnis zu der Teilung der Coulisse so hergestellt, dafs sie die Logarithmen der Werte von $\frac{1}{2} \sin 2\beta$ enthält, wenn β den Elevations- resp. Depressionswinkel bezeichnet. Auf dem Schieber sind die Winkel an den entsprechenden Stellen angegeben. Die untere Teilung des Schiebers zeigt die Werte von $\cos^2\beta$ und zwar liegt der Nullpunkt genau unter der Charakteristik 9 der oberen Teilung für $\frac{1}{2} \sin 2\beta$. Die Teilung selbst ist die gleiche wie bei dem Moinot'schen Schieber und geht vom Nullpunkt aus nach links.

Durch diese Einrichtung ist es möglich gemacht, ebenso wie bei dem oben besprochenen Schieber, sowohl $H = \frac{1}{2} d \sin 2\beta$, wie auch $D = d . \cos^2\beta$ mit einer Verschiebung auf der oberen resp. unteren Teilung der Coulisse abzulesen, weil die Charakteristik 9 in der oberen Teilung wie 0 in der unteren Teilung des Schiebers unter resp. über den gleichen Zahlen der Coulisse stehen.

Kommen Vertikalwinkel $> 45°$ vor, so ist die Einstellung wie bei Winkeln $< 45°$ zu machen, da ja $\frac{1}{2} \sin 2 (45 + x) = \frac{1}{2} \sin 2 (45 - x)$ ist.

Der Gebrauch des Schiebers ist genau so, wie der des oben beschriebenen, dagegen tritt hier der Nachteil des 360teiligen Kreises gegenüber dem 400teiligen hervor bei Winkeln unter 0° 17′, welche nicht direkt mehr abgelesen werden können. Während man bei dem 400teiligen Kreise nur den Decimalstrich um eine oder mehrere Stellen zu versetzen braucht, mufs man hier für einen Winkel von z. B. 16′: $\frac{16 . 10}{60} = 2°{,}40'$ nehmen und das Resultat durch 10 teilen.

Noch eines Schiebers, welcher in der Praxis vielfach im Gebrauch und im Handel zu haben ist, mag hier Erwähnung geschehen. Es ist dies der von Wild konstruierte und in Fig. 4, Taf. IV dargestellte. Die obere Teilung des Läufers enthält die Werte von $\log \cos^2\beta$ der Winkel von 0—40° der 360gradigen Teilung. Verschiebt man diese an der oberen Teilung der Coulisse, welche die Logarithmen von gewöhnlicher Zahlenteilung zeigt, so erhält man dadurch unter dem betreffenden Winkel die reduzierte horizontale Distanz der unter 0 der $\cos^2$ Teilung stehenden direkt gemessenen Entfernung. Die untere Teilung der Coulisse stellt dieselbe Zahlenskala dar wie die obere, während die Teilung des Schiebers die Werte der Logarithmen von $\frac{1}{2} \sin 2\beta$ enthält. Durch Verstellen des Schiebers an der unteren Teilung der Coulisse erhält man also die Werte von $H = d \frac{1}{2} \sin 2\beta$.

Bei diesem Schieber sind mithin für die Ausrechnung der horizontalen Distanz und der Höhe eines Punktes stets zwei Verschiebungen, die des Läufers und des Schiebers notwendig, die Multiplikation daher weitläufiger, als bei den oben angeführten Schiebern. Es macht dies für die Ausrechnung eines einzelnen Punktes wenig aus, sind aber viele Punkte zu berechnen, dann kommt der damit verbundene Zeitverlust sehr in Betracht.

Wir bemerken noch, dafs auch der gewöhnliche 26 cm lange Rechenschieber für diese Rechnungen brauchbar ist, wenn die Kreise des Instruments in 360 Grade geteilt sind, jedoch fehlt auf demselben die Teilung für $\sin^2\alpha$. Diese Rechnung ist daher durch zweimalige Multiplikation der direkt gemessenen Länge mit $\sin \alpha$, also durch zwei Verschiebungen zu bewirken.

Wie leicht der Gebrauch des Rechenschiebers zu erlernen ist, hatten die Verfasser häufig Gelegenheit zu erproben, da sie das Rechnen damit mehrfach Personen lehrten, welche mit Logarithmen vollständig unbekannt waren, den Schieber aber vollständig sicher handhabten.

Beiläufig sei hier noch einiger anderer Instrumente Erwähnung gethan, welche mehr oder weniger Eingang in die Praxis gefunden haben:

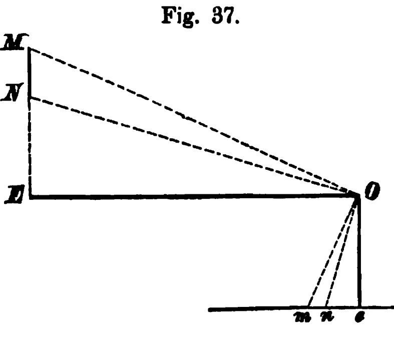
1. Das neue Tacheometer von Fr. Kreuter ist ein Universalinstrument mit Reichenbach'schem Distanzmesser, an welchem drei in einer zur Fernrohrachse parallelen Vertikalebene liegende Mafsstäbe von gleicher Teilung so angebracht sind, dafs deren Teilungslinien in eine, den einzelnen Seiten des in Wirklichkeit zu messenden, rechtwinkligen Dreiecks parallele Lage gebracht werden können und dadurch ein diesem ähnliches Dreieck einschliefsen, dessen Seitenlängen auf den Mafsstäben direkt abgelesen werden. Der eine Mafsstab ist horizontal über der Alhidade fest mit dieser verbunden, der zweite fest an der linken Seite des drehbaren Fernrohrs; der Nullpunkt der ersten Skala liegt in der Fernrohrdrehachse, derjenige der zweiten Skala vertikal unter dem ersten, der dritte Mafsstab steht vertikal und ist auf dem horizontalen Mafsstabe mittels eines Schlittens leicht verschiebbar und auch mit Hülfe einer Mikrometerschraube in vertikaler Richtung verstellbar.

Die ablesbare Latte hängt, um eine horizontale Achse drehbar, in einem Fufsgestelle, welches vertikal stehen bleibt, während die Latte mit Hülfe eines Diopters normal zur Visierlinie des Fernrohrs gestellt wird; der Nullpunkt der Latte liegt in der horizontalen Drehachse. Die Differenz der Horizontalfädenablesungen gibt somit die in der Visierebene gemessene Entfernung des Instrumentes von der Latte an; der Einfachheit halber wird der obere Horizontalfaden auf den Nullpunkt der Latte eingestellt und dann also am unteren Horizontalfaden direkt die Entfernung abgelesen. Wird nun der vertikale Mafsstab so weit mittels seines Schlittens auf dem horizontalen Mafsstabe verschoben, bis seine vertikale Kante auf dem parallel zur Fernrohrachse angebrachten Mafsstabe die abgelesene Entfernung in verjüngtem Mafsstabe abschneidet, so ergibt die Ablesung auf dem horizontalen Mafsstabe die auf den Horizont reduzierte Entfernung und gleichzeitig die Ablesung am vertikalen Mafsstabe den Höhenunterschied zwischen dem Nullpunkte der Latte und der Drehachse des Instruments, welchem noch die Differenz der Höhen dieser beiden Punkte über dem Terrain hinzuzufügen ist, um den wirklichen Höhenunterschied der Terrainpunkte zu erhalten. Die oben erwähnte Verschiebbarkeit des Vertikalmafsstabes gestattet diesen so einzustellen, dafs statt des erwähnten Höhenunterschiedes direkt die Terraincote abgelesen werden kann. Durch diese Operation wird also auf sehr sinnreiche Weise jede Rechnung im Hause vermieden, aber dafür die Arbeit im Felde komplizierter und zeitraubender, als bei den oben beschriebenen Tachymetern, ein Übelstand, der sehr ins Gewicht fällt, da in der Regel die Feldarbeiten des Wetters halber, und um an Instrumenten zu sparen, möglichst rasch ausgeführt werden müssen, während die rasche Vollendung der Bureauarbeit von diesen beiden Faktoren unabhängig ist.

Die Genauigkeit des Instruments in Bezug auf die Höhenbestimmung wird auf 0,1 m angegeben, jedoch möchte dieselbe wohl kaum zu erreichen sein, da die Zusammenstellung der Mafsstäbe, so viel sich der Zeichnung nach beurteilen läfst, der erforderlichen Festigkeit und Stabilität entbehren dürfte. Für kleinere Aufnahmen, besonders für Querprofile in coupiertem Terrain, wird das Instrument zweifellos gute Dienste leisten, bei gröfseren Aufnahmen den Tachymeter aber wohl nicht ersetzen, weil die ganze Konstruktion des letzteren wesentlich solider und kräftiger ist.

2. Der Omnimeter von Eckhold (Eckhold's Patent Omnimeter, manufactured by Elliot Brothers, Opticians to the Government 449, Strand London) ist ein Universalinstrument, an welchem rechtwinklig zur Fernrohrachse und mit dem Fernrohr drehbar ein Mikroskop mit Fadenkreuz angebracht ist, mit dessen Hülfe man auf einem fein geteilten horizontalen, auf der Alhidade befestigten Mafsstabe bei verschiedenen Stellungen des Fernrohres die diesem entsprechenden Ablesungen machen kann. Diese Ablesungen werden mit Hülfe eines Schraubenmikrometers sehr genau vorgenommen. Die zu verwendende Latte hat in einer konstanten Entfernung zwei Scheiben, wie die Stampfer'sche Latte. Bezeichnen nun OM und ON (Fig. 37) die Visur durch das Fernrohr auf diese Scheiben, OE die Horizontale und Om, On und Oe die dieser entsprechenden Visuren des Mikroskops auf den horizontalen Mafsstab, so ist die horizontale Entfernung

Fig. 37.



$$OE = \frac{Oe \times MN}{mn} \text{ und die Höhe } EN = \frac{MN \times en}{mn} \text{ oder } = \frac{en \times OE}{Oe},$$

welche Werte mit Hülfe des Rechenschiebers leicht zu berechnen sind.

Dieses Instrument, welches so viel bekannt, bis jetzt nur in England gebraucht wird, dürfte in der Praxis wenigstens ebenso gut, wie das Stampfer'sche Universalinstrument zu verwerten sein.

3. Der Gentili-Starke'sche Kontakt Distanzmesser[54]) mifst die Distanzen durch Lattenabschnitte, welche durch Drehung des Fernrohres um einen konstanten Winkel gemessen werden; die nötigen Rechnungen werden mit dem Rechenschieber ausgeführt. Dieser Distanzmesser ist bei Tracierungen einiger Bahnen zwar in Anwendung gekommen, hat aber keine weitere Verbreitung gefunden.

Aufser den erwähnten Distanzmessern gibt es noch verschiedene andere, die jedoch weniger Verbreitung gefunden haben; es würde zu weit führen, wollten wir auf alle einzelnen Konstruktionen eingehen; die wichtigsten für Eisenbahnzwecke brauchbarsten sind die vorstehend angeführten.

Gebrauch der distanzmessenden Universalinstrumente im Felde.

Der Gebrauch der oben beschriebenen Universalinstrumente ist bei allen Konstruktionen mit kleinen Abweichungen derselbe. Für die Arbeit mit einem Instrumente sind 3 Ingenieure oder Geometer, 3 Arbeiter mit Distanzlatten und 1 Arbeiter zum Transport des Instruments, zum Halten des Feldschirmes etc. erforderlich.

Der erste Ingenieur, welcher die ganze Arbeit leitet, bestimmt die Ausdehnung der Aufnahme und dirigiert die Lattenträger nach den aufzunehmenden Terrainpunkten. Daneben skizziert er die Situation, soweit dieselbe zur Ergänzung oder Orientierung etwa vorhandener Pläne erforderlich ist. In den Fällen, wo brauchbare Karten nicht vorhanden, ist ein vollständiger Handrifs mit genauen Angaben der aufgenommenen Punkte erforderlich.

Der zweite Ingenieur bedient das Instrument, liest die Latten und Winkel ab und diktiert diese Ablesungen dem dritten Ingenieur, welcher sie in das Manual einschreibt. Der zweite und dritte Ingenieur wechseln mit ihrer Arbeit ab, weil die anhaltende Bedienung des Instruments, besonders das Ablesen der Winkel die Augen angreift. Die Beschäftigung dieser beiden Ingenieure ist eine so untergeordnete und mechanische, dafs zu derselben auch andere Persönlichkeiten verwandt werden können, und haben die Verfasser selbst schon intelligentere Arbeiter dazu eingeübt und verwandt.

Die Arbeit geht am besten in der folgenden Weise vor sich:

Das Instrument wird an einem Punkte, von welchem aus das aufzunehmende Terrain möglichst gut übersehen werden kann, über einem Pfahle genau horizontal aufgestellt, und nach der Boussole, wenn eine solche vorhanden, orientiert. Nachdem zur Kontrole etwa gut sichtbare Kirchtürme oder sonst scharf markierte Punkte durch eine Ablesung am Horizontalkreise bestimmt, sodann die Klemmschraube des Horizontal- und Vertikalkreises soweit angezogen, dafs das Fernrohr noch leicht bewegt werden kann, aber doch in jeder beliebigen Lage stehen bleibt, wird die Höhe der Drehachse des Fernrohrs, also der Horizont des Instruments über dem Pfahl genau gemessen und dieses Mafs in das Manual eingetragen; damit ist das Instrument zur Arbeit fertig. Inzwischen stellt der erste Ingenieur die 3 Lattenträger, von denen jeder seine Nummer 1, 2 und 3 erhält, an den zuerst aufzunehmenden Terrainpunkten auf und gibt ihnen an, in welcher Richtung sie demnächst weiter zu gehen haben. Der das Instrument handhabende zweite Ingenieur stellt das Fernrohr auf eine der Latten, liest am oberen und unteren Horizontalfaden auf derselben ab und diktiert diese Ablesungen dem manualführenden dritten Ingenieur, welcher dieselben in die 4. Spalte des Manuals (siehe S. 172) einträgt. Gleichzeitig nennt der zweite Ingenieur die Nummer der abgelesenen Latte, worauf der am Instrument stehende Arbeiter oder auch der dritte Ingenieur mit einer Signalpfeife oder einem Signalhorn dem Lattenträger, durch 1-, 2- oder 3maliges Pfeifen das Zeichen „Fertig" gibt. Derselbe geht dann weiter, bis der erste Ingenieur ihn wieder durch das entsprechende Signal zum Aufstellen der Latte veranlafst. Inzwischen liest der

[54]) Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. Jahrg. 1868.

Manual für Messungen mit distanzmessenden Universal-Instrumenten.

Aufstellung I. — Instrumentenhöhe 1,4 m.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
No.	Winkel horizontal.	Winkel vertikal.	Ablesungen an den Fäden.	Differenz der Fäden-Ablesungen d	Horizontale Entfernung D	Höhe der mittleren Visur üb. dem Fufspunkt der Latte m	Höhe der mittleren Visur über oder unter dem Horizont H	$H - m$ +	$H - m$ —	Horizont des Instrumentes.	Ordinate.	Bemerkungen.
										219,12		Terrain Ord. d. Standp. I = 217,72
1	129,68	98,40	261 100	161	161,0	0,90	4,04	3,14			222,26	Nach dem Standpunkte II, 1. Lage.
	(329,67)	(301,58)	261 100	161	161,0	0,90	4,00	3,10			222,22	„ „ „ 2. Lage (mit durchgeschlagenem Fernrohre).
	186,10	108,22	363 200	163	160,0	1,41	20,80		22,21		196,91	
2	181,70	104,60	373 200	173	172,0	1,43	12,45		13,88		205,24	Wegemitte.
	180,00	102,00	395 300*	190	190,0	1,50	5,96		7,46		211,66	*Ablesung am Mittelfaden.
3	161,70	99,64	581 400	181	181,0	2,45	1,02		1,43		217,69	Grenze.

Aufstellung II. — Instrumentenhöhe 1,43 m.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
										223,67		Terrain Ord. d. Standp. II = 222,24
4	329,70	102,00	261 100	161	161,0	0,90	5,05		5,95		217,72	Nach dem Standpunkte I, 1. Lage.
	(129,69)	(298,00)	261 100	161	161,0	0,90	5,05		5,95		217,72	„ „ „ 2. Lage (mit durchgeschlagenem Fernrohre).
	293,10	108,24	663 500	163	160,5	2,91	20,82		23,73		199,94	
5	354,00	97,44	663 400	263	262,5	2,66	10,54	7,88			231,55	Grenze.
	340,40	96,14	591 300	291	290,0	2,23	17,58	15,35			239,02	
	345,00	96,25	620 300	320	319,0	2,30	18,80	16,50			240,17	
	364,40	101,10	730 400	330	330,0	2,82	5,70		8,52		215,15	

zweite Ingenieur stets in derselben Reihenfolge und an demselben Nonius den Vertikal- und den Horizontalwinkel ab, welche von dem dritten Ingenieur in die Spalten 3 und 2 des erwähnten Manuals eingetragen werden. So wird ein Punkt nach dem andern beobachtet und notiert.

Eine fortlaufende Nummerierung der einzelnen Punkte ist dabei überflüssig, wenn es nur auf die Höhenbestimmung derselben ankommt. Bei solchen Punkten dagegen, welche aufserdem für die Situation wichtig sind, ist eine nähere Bezeichnung derselben durch Nummern oder Buchstaben, über welche sich die Ingenieure untereinander zu verständigen haben, notwendig.

Nachdem alle Punkte, welche von dem Instrumente aus bequem gesehen werden konnten, aufgenommen, wird mit ganz besonderer Sorgfalt das Instrument auf den zweiten Aufstellungspunkt, welcher vom ersten Ingenieur bestimmt und durch einen Pfahl markiert ist, gerichtet. Auf diesem ist die Latte genau vertikal Mitte auf Mitte aufzusetzen und die genaue Einstellung des Instruments auf die Mitte der Latte mit der Mikrometerschraube zu bewerkstelligen. Alle Ablesungen auf der Latte und den Teilkreisen werden mit umgelegtem oder durchgeschlagenem Fernrohre wiederholt, um den Einflufs eines etwaigen Fehlers im Parallelismus der optischen und der Libellenachse aufzuheben. Sodann überzeugt sich der zweite Ingenieur nochmals durch Anvisieren vorher beobachteter Festpunkte von dem unveränderten Stande des Instruments, was bei längerer Dauer der Aufstellung auch während der Arbeit häufiger geschehen mufs, und geht dann mit dem Instrumente zu dem folgenden Aufstellungspunkte. Hier wird dasselbe genau wie vorher über dem Pfahle aufgestellt, centriert, horizontal gestellt, nach der Boussole orientiert, die Höhe der Drehachse des Fernrohrs über dem Pfahle gemessen und nun die erste Visur auf den vorhergehenden Aufstellungspunkt, auf welchem einstweilen ein Lattenträger seine Latte wieder genau in der Mitte des Pfahles aufgestellt hat, vorgenommen. Auch diese Visur wird der Kontrole halber mehrfach in der oben angegebenen Weise wiederholt, sodann beginnt die Aufnahme der verschiedenen Terrainpunkte genau wie oben.

Bei den Ablesungen an der Latte ist es beim Tachymeter und auch beim Reichenbach'schen Distanzmesser zur Erleichterung der späteren Rechnung zweckmäfsig, stets den unteren Faden auf eine runde Zahl 100, 200 etc. einzustellen. Häufig, besonders in bewaldetetem Terrain kommt der Fall vor, dafs nur am Mittelfaden und einem der beiden anderen Fäden abgelesen werden kann, was selbstverständlich im Manuale anzugeben ist. Beim Stampfer'schen Instrumente mufs in solchem Falle der Abstand der Zielscheiben geändert werden.

Die Entfernungen, bis zu welchen man bei der Aufnahme mit guten Tachymetern geht, betragen 250—300 m, darüber hinaus wird eine genaue Aufnahme wegen der dann im erhöhtem Mafse sorgfältigen Behandlung des Instruments zu zeitraubend und die Verständigung der Ingenieure untereinander schwierig. Es bleibt jedoch sehr wohl zulässig, einzelne weniger wichtige Punkte auch auf gröfsere Entfernungen, selbst bis zu 600 und 700 m aufzunehmen, wobei man dann allerdings ganz besonders auf die genau horizontale Stellung des Instruments zu achten hat. Die einzelnen Standpunkte des Instruments, bei deren Wahl lediglich eine gute Übersicht über das Terrain mafsgebend ist, nehmen bei dieser Aufnahmemethode die Stelle der Winkelpunkte der Polygonlinie der früher beschriebenen Terrainaufnahme ein. Hier wie dort mufs auf die genaue Festlegung dieser Punkte eine besondere Sorgfalt verwandt werden, da die Aufnahme aller übrigen Terrainpunkte auf sie bezogen wird.

In der Praxis hat es sich als zweckmäfsig erwiesen, bei ausgedehnten Arbeiten mit dem Tachymeter die Höhe der Aufstellungspunkte durch ein besonderes, mit einem Nivellierinstrument auszuführendes Nivellement zu kontrolieren, um etwaige Differenzen in den Horizonten der einzelnen Aufstellungen des Instruments von vornherein auszugleichen; eine Kontrole der Längen ist überflüssig.

Manual für Messungen mit distanzmessendem Universalinstrumente.

Ein in der Praxis als zweckmäfsig erkanntes Manual für die Arbeiten mit dem Tachymeter ist S. 172 dargestellt. In demselben wird am Kopfe die nähere Angabe über den Ort der Aufstellung und die Instrumentenhöhe derselben notiert. Die Kolumnen 1, 2, 3 und 4 werden, wie oben gezeigt, im Felde ausgefüllt, es bezeichnen dabei die mit * versehenen Zahlen in Kolumne 4 Ablesungen am Mittelfaden, die eingeklammerten Zahlen in Kolumne 3 Ablesungen mit durchgeschlagenem Fernrohre.

Kolumne 7 dient zur Aufnahme der berechneten Höhen m von der Visur über den Mittelfaden bis zum Fufspunkte der Latte gemessen. Im vorliegenden Falle, wo das Verhältnis der Lattenteilung zur Entfernung $= \frac{1}{200}$ ist, wird m in Metern gefunden, wenn man die Summe der Ablesungen an den Fäden durch 400 teilt; bei Ablesungen über den Mittelfaden ist zum gleichen Zwecke diese Zahl durch 200 zu teilen.

$(H-m)$ der Kolumnen 9 und 10 bezeichnet die Höhe resp. Tiefe des Terrainpunktes über oder unter dem Horizont des Instruments, und zwar ist diese Differenz positiv, also in die mit + bezeichnete Kolumne 9 zu schreiben, so lange der Vertikalwinkel $< 100°$ beim 400gradigen (resp. $< 90°$ beim 360gradigen), von links nach rechts geteilten Kreise und gleichzeitig $H > m$; dagegen negativ, also in die mit — bezeichnete Kolumne 10 zu schreiben, so lange der Vertikalwinkel $< 100°$ und $m > H$. Für $m = H$ ist unter der gleichen Bedingung die Differenz $H-m = o$, der Punkt liegt also im Horizont des Instruments. Ist der Vertikalwinkel $= 100°$, so hat man $H = o$, mithin ist $H-m = o-m = -m$, also in die Kolumne 10 einzutragen. Wird nun der Vertikalwinkel $> 100°$, so wird H negativ, also auch $H-m$ negativ.

In der Kolumne 11 ist der Horizont des Instruments, welchen man durch Addition der direkt gemessenen Instrumenthöhe zur Höhe des Standpunkts oder durch Anvisieren eines der Höhe nach bekannten Punktes erhält, zu notieren.

Dieser Horizonthöhe sind die in den Kolumnen 9 und 10 enthaltenen Gröfsen je nach dem Vorzeichen positiv oder negativ hinzuzufügen, um die in Kolumne 12 zu verzeichnenden Ordinaten der einzelnen Punkte zu erhalten.

Beim Gebrauch dieses Manuals für Messungen mit dem Reichenbach'schen Distanzmesser hat man für d (Kolumne 5) zu der Differenz der Ablesungen an den Fäden noch die Konstante des Instruments hinzuzufügen. Ferner ist bei der Bestimmung von m darauf Rücksicht zu nehmen, dafs das Verhältnis der Differenz der Lattenablesungen zur Entfernung des Punktes vom Instrument meistens = 100 und nicht wie bei dem Tachymeter bis jetzt allgemein = 200 ist; demnach stellt m in diesem speciellen Falle die Summe der Lattenablesungen geteilt durch 200 dar, vorausgesetzt, dafs der Nullpunkt der Lattenteilung am unteren Ende der Latte liegt. Ist letzteres nicht der Fall, so ist bei m stets noch das konstante Stück vom Fufse der Latte bis zum Nullpunkte hinzuzufügen.

Auftragen der Situation.

Beim Auftragen der so aufgenommenen Situation werden zunächst die Koordinaten des Polygons, dessen Winkelpunkte die einzelnen Aufstellungspunkte des Instru-

ments bilden, nach der bei der Anfertigung der Grunderwerbskarten gegebenen Anleitung berechnet und hiernach das Polygon aufgetragen. Für das Auftragen der einzelnen Terrainpunkte gibt sodann Moinot ein aufserordentlich praktisches und einfaches Verfahren. Es wird nämlich ein von starkem Papier oder Horn gefertigter Halbkreistransporteur von circa 20 bis 22 cm Durchmesser, dessen Teilung der des Instruments entsprechend, aber in entgegengesetzter Richtung nummeriert ist, in seinem Mittelpunkte mit einer feinen Nadel über dem Stationspunkte (Aufstellungspunkt), von welchem aus mit dem Auftragen begonnen werden soll, auf dem Plane befestigt. Sodann bestimmt man zunächst die Nullrichtung, welche das Instrument bei der Beobachtung auf dem Felde hatte, auch auf dem Papiere, indem man die Nullrichtung des Transporteurs auf die vorhergehende oder folgende Polygonseite anlegt, und den für diese Richtung abgelesenen Winkel auf dem Plane mit Blei markiert. Der durch diesen Punkt gezogene Radius gibt die gesuchte Nullrichtung der Instrumentaufstellung, Fig. 12 auf Taf. VIII stellt die Instrumentstellung, Fig. 13 die Lage des Transporteurs für die Bestimmung der Nullrichtung in V von der Seite $V\ IV$ aus, deren Horizontalwinkel = 355° abgelesen wurde, und Fig. 14 auf Taf. VIII dieselbe von der Seite $V\ VI$ aus für einen Horizontalwinkel von 185° dar.

Um nun einen beliebigen Punkt, dessen Horizontalwinkel z. B. 185° und dessen Entfernung vom Standpunkte 150 m ist, aufzutragen, legt man (s. Fig. 14, Taf. VIII) den mit 185° bezeichneten Teilstrich des Transporteurs über die Nullrichtung des Aufstellungspunktes, markiert an dem am Durchmesser angebrachten Mafsstabe bei dem Teilstrich 150 einen Punkt in der Richtung auf 0° und schreibt die betreffende Höhenzahl daneben. Fig. 12, Taf. VIII zeigt die Stellung des Instruments bei dieser Aufnahme. Würde der am Instrumente abgelesene Winkel 385° betragen, also der erwähnte Punkt in der entgegengesetzten Richtung gelegen haben, so hätte man den Transporteur mit dem Indexstrich des Horizontalwinkels 385 über die Nullrichtung bringen müssen, der Transporteur würde also in dieselbe Lage kommen, wie bei einem Horizontalwinkel von 185°, jedoch wird nun, wie aus der Vergleichung der Fig. 12 u. 14 ohne weiteres hervorgeht, die Entfernung des Punktes nicht mehr auf dem Mafsstabe am Durchmesser des Transporteurs in der Richtung nach dem Nullpunkte der Kreisteilung, sondern in der entgegengesetzten Richtung nach 200 hin abgetragen werden müssen, weil der Winkel, welchen die Nullrichtung mit dem Durchmesser des Transporteurs einschliefst = 385° ist. Es folgt daraus die einfache Regel: Liegt der Horizontalwinkel zwischen 0 und 200°, so trage man die Entfernung des Punktes am Mafsstabe des ersten Quadranten ab, liegt derselbe dagegen zwischen 200 und 400°, so trage man diese am Mafsstabe des zweiten Quadranten ab.

Die Zeichnung der Situation und die Konstruktion der Horizontalkurven nach den eingetragenen Höhenzahlen erfolgt nach oben gegebener Anleitung.

Die Methode der Terrainaufnahmen mit distanzmessenden Instrumenten bietet, gegenüber der weiter oben besprochenen Methode mittels Querprofilen, mancherlei Vorteile:

1. Sie ist in jeder Terrainformation zu verwenden und wird durch dieselbe niemals erschwert.
2. Es kann bei derselben die Zerstörung von Feldfrüchten fast vollständig vermieden werden, weil die Lattenträger stets vorsichtig und nötigenfalls auf Umwegen zu den einzelnen Aufstellungspunkten gelangen können und das Legen von Mefsstäben oder Kettenziehen nicht vorkommt.

3. Sie gestattet eine direkte Aufnahme der erforderlichen Terrainpunkte ohne Vermittelung durch Zwischenpunkte und ist deshalb rascher und billiger.

In Bezug auf den Zeitaufwand, welchen derartige Aufnahmen mit dem Tacheometer erfordern, sei noch bemerkt, dafs bei 10stündiger Arbeitszeit in einem Tage bis 600 Punkte nach der Moinot'schen Methode aufgenommen und in derselben Zeit mit Hülfe des Rechenschiebers von einem Ingenieur berechnet werden können.

Es mag hier noch die Terrainaufnahme mit Hülfe des Mefstisches und der Kippregel erwähnt werden, welche in Süddeutschland und der Schweiz häufig zur Anwendung kommt. Die mit Distanzmesser und Vertikalkreis versehene Kippregel verleiht dem Mefstische die Eigenschaft eines Universalinstruments, mit welchem die Aufnahme ganz in der oben beschriebenen Weise vor sich geht mit dem Unterschiede, dafs hier gleichzeitig mit der Aufnahme auch das Auftragen der einzelnen Punkte vorgenommen wird, was allerdings die gleichzeitige Vornahme der angegebenen Berechnungen notwendig macht. Es wird damit die Arbeit im Felde wesentlich vermehrt, die Bureauarbeit vermindert. In diesem Umstande besteht ein wesentlicher Nachteil dieser Aufnahmemethode, da im allgemeinen ein Vorteil darin liegt, die Arbeit im Felde, welche vom Wetter und der Tageszeit wesentlich abhängig, möglichst zu verringern. Bei leichtem Regen, welcher das Arbeiten mit dem Tacheometer noch gestattet, ist eine Mefstischaufnahme schon nicht mehr möglich und tritt anhaltend schlechtes Wetter ein, dann ist die Arbeit bei Mefstischaufnahmen ganz unterbrochen, während bei Tacheometeraufnahmen in diesem Falle der Ingenieur die Zeit durch die mit derselben verbundene Bureauarbeit ausfüllen kann. Bei kleineren Aufnahmen für einzelne Bauwerke fällt dieser Nachteil weniger ins Gewicht und wird man hier einen Mefstisch mit distanzmessender Kippregel vorteilhaft verwenden können.

§ 16. Aufstellung des definitiven Projekts.

A. Ermittelung der günstigsten Linie.

Bei Ermittelung der definitiven Lage der Bahnlinie auf Grund der Horizontalkurvenpläne wird im allgemeinen in ganz ähnlicher Weise verfahren, wie dies in den §§ 10, 11 und 12 für die generellen Vorarbeiten empfohlen wurde, nur ist hier dem gröfseren Mafsstabe der Pläne und dem Zwecke entsprechend mit gröfserer Sorgfalt und Genauigkeit zu arbeiten. Dabei werden selbstverständlich die bei den generellen Arbeiten bereits gewonnenen Resultate benutzt und wird man zunächst die durch dieselben gefundene günstigste Linie in die genaueren Pläne übertragen und von dieser ein, dem Mafsstabe der Situation entsprechendes provisorisches Längenprofil — die Längen in 1:2500, die Höhen in 1:250 — anfertigen. Dasselbe dient als Basis für die weiteren Arbeiten, um mittels desselben etwa wünschenswerte Verschiebungen der Linie erkennen und in den Plänen versuchsweise vornehmen zu können. Diese Verschiebungen sind so lange fortzusetzen, bis nach den anzustellenden vergleichenden Berechnungen unter den vorhandenen Verhältnissen die günstigste Lage der Linie sich ergeben hat. Es sind dabei die einzelnen Verschiebungen der Linie in gleicher Weise, wie die erste Versuchslinie selbst zu behandeln und namentlich die in jedem einzelnen Falle zu bewegenden Erdmassen nach den im § 13 angegebenen Methoden zu berechnen. Nach endgültiger Feststellung der definitiven Linie wird zur Ausarbeitung des eigentlichen Projekts geschritten.

B. Übertragung der projektierten Linie auf das Terrain. Herstellung des definitiven Längenprofils.

In der Regel wird man zunächst zweckmäfsig die im Plane festgelegte Linie auf das Terrain übertragen und hiervon nur dort eine Ausnahme machen, wo zu befürchten ist, dafs bei vorzeitigem Bekanntwerden der genauen Lage der Bahnlinie durch Spekulanten der Grunderwerb erschwert und verteuert wird. In diesem Falle müssen die oben beschriebenen Aufnahmearbeiten um so sorgfältiger gemacht werden, weil dann die Bearbeitung des ganzen Projekts lediglich auf diese basiert wird und nur zur Projektierung gröfserer Bauwerke noch besondere Aufnahmen zulässig sind. Die Aussteckung der Linie geschieht dann erst, nachdem für die Bahn die Baukonzession erteilt und der Bahngesellschaft das Recht der Expropriation zuerkannt ist. Es ist dies indes immerhin ein Ausnahmefall und werden wir hier dem normalen Verlauf der Arbeiten weiter folgen.

Beim Ausstecken der Linie wird im allgemeinen mit dem Ausrichten der Geraden begonnen, was mit Hülfe des früher zur Aufnahme der Horizontalkurvenpläne gelegten Polygons und der Situationszeichnung leicht zu bewirken ist. Die Winkelpunkte werden mit weit sichtbaren Signalen bezeichnet, nachdem vorher die Winkel genau gemessen. Sind die Winkelpunkte nicht zugänglich oder liegen dieselben zu ungünstig, z. B. erheblich höher oder tiefer als die Bahnachse, so müssen sie durch Hülfswinkelpunkte ersetzt werden. Bei stark gewundener Trace kann es ausnahmsweise jedoch vorkommen, dafs man gezwungen ist, mit dem Abstecken der Kurven zu beginnen und die geraden Linien nachher dazwischen einzupassen.

Fig. 38.

Aus den gemessenen Winkeln und dem gegebenen Radius des Kreisbogens[55]) läfst sich nun jeder beliebige Punkt derselben berechnen und ins Feld übertragen. Es genügt für das Abstecken einer Kurve, eine so grofse Anzahl von Punkten im Felde zu markieren, dafs es möglich ist, beliebige Zwischenpunkte nach dem Augenmafse in die Kurve einzuschalten. Man hat zu ersterem Zwecke viele verschiedene Methoden erdacht, von denen die in der Praxis am meisten gebrauchten hier beschrieben werden mögen.

1. Das Abstecken der Kurve von der Tangente aus.

Die Tangentenlänge einer Kurve ist (siehe Fig. 38) $AW = EW = R . tang \frac{\alpha}{2}$; hiernach ist der Anfangs- und Endpunkt des Bogens stets leicht zu finden. Für die von diesen beiden Punkten aus auf der Tangente abgesetzten Abscissen x sind die zugehörigen Ordinaten des Bogens

$$y = R - \sqrt{R^2 - x^2} \quad \text{oder} \quad y = \frac{x^2}{2R} + \frac{x^4}{8R^3} + \frac{x^6}{32R^5} + \ldots\ldots$$

woraus y für jedes beliebige x zu berechnen. Das dritte Glied der Gleichung ist jedoch

[55]) Wir besprechen im Vorstehenden nur das Abstecken der Kreisbogen und lassen die Übergangkurven ganz aufser Acht, weil dieselben — Gebirgsbahnen mit ganz scharfen Kurven ausgenommen — bei diesen Arbeiten noch nicht berücksichtigt zu werden brauchen; es ist dies erst beim Legen des Oberbaues erforderlich.

meistens so klein, dafs es ganz vernachlässigt werden kann; für kurze Ordinaten genügt auch schon allein das erste Glied $y = \frac{x^2}{2R}$. Die Werte von y sind für verschiedene Werte von x und R berechnet und in Tabellen[56]) zusammengestellt, mit deren Hülfe leicht jede Kurve abzustecken ist.

Wird die Abmessung der Ordinaten infolge der Terrainbeschaffenheit zu ungenau, so ist das Einlegen von Hülfstangenten erforderlich, deren Berechnung durch Teilung des Centriwinkels einfach zu bewirken ist.

Häufig bestimmt man auch noch die Mitte M des Bogens direkt von W aus, indem man den Winkel AWE halbiert und den Wert

$$MW = \frac{R}{\cos \alpha/2} - R \text{ oder auch } = R.\,tang\,\frac{\alpha}{2}.\,tang\,\frac{\alpha}{4},$$

welcher auch in den Tabellen meistens schon berechnet ist, absteckt. Dies Verfahren ist zweckmäfsig zur Kontrolierung der Kurve und der Bogenlänge.

2. Abstecken der Kurven von der Sehne aus (siehe Fig. 39).

Bei dieser Methode halbiert man die Sehne $AE = 2R \sin \frac{\alpha}{2}$ und beginnt mit dem Abstecken des Bogens von dem Halbierungspunkte N aus, unter Benutzung der vorerwähnten Tabellen, aus welchen die Werte y_1, y_2 etc. zu entnehmen sind, während $Z_1 = MN - y_1 = R.\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right) - y_1$ oder auch $= R.\sin\frac{\alpha}{2}.\,tang\,\frac{\alpha}{4}$ etc. leicht zu berechnen sind.

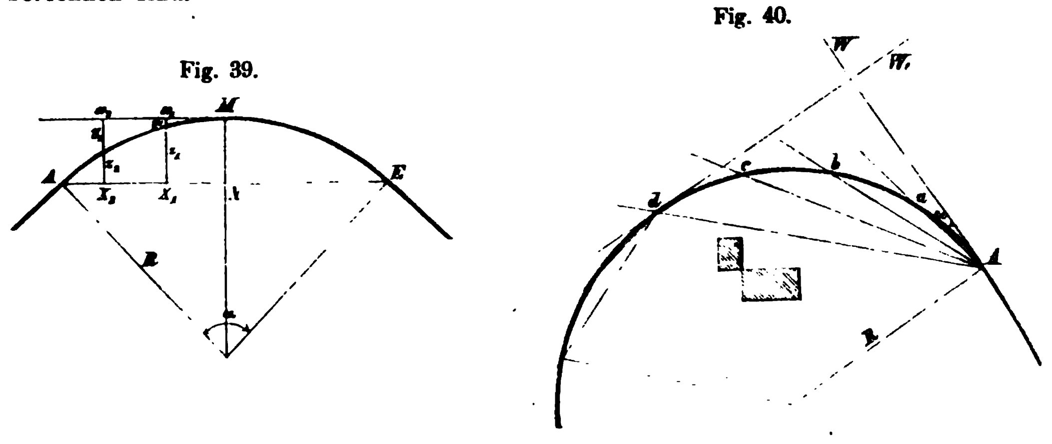


Fig. 39. Fig. 40.

3. Abstecken der Kurven mit Hülfe des Theodoliten.

Das Wesen dieser Methode beruht auf dem Satze: „Gleiche Sehnen haben gleiche Peripheriewinkel". Hat man nämlich ein Mefsband von der Länge s, so findet man den dieser Sehnenlänge entsprechenden Peripheriewinkel durch die Bezeichnung $\sin\alpha = \frac{s}{2R}$. Um die Kurve abzustecken, stellt man den Theodoliten im Tangentenpunkte A (siehe Fig. 40) auf, nimmt von der Richtung auf W ausgehend den Winkel $\alpha = WAa$ und macht $Aa = s$, indem man das eine Ende des Mefsbandes in A festhält und das andere in der Richtung Aa einfluchtet, es ist dann a ein Punkt der Kurve. Macht man weiter den Winkel $bAa = aAW = \alpha$, hält wieder ein Ende des Mefsbandes in a fest und fluchtet das andere Ende in der Richtung Ab ein, so ist b ein zweiter Punkt der Kurve. Ebenso findet man alle weiteren Punkte.

---

[56]) Ausführliche Tabellen u. A. von Kröhnke, Hecht, Knoll, Sarrazin und Overbeck. Auch sind die Werte $y = \frac{x^2}{2r}$ auf dem gewöhnlichen Rechenschieber als Tabelle ablesbar.

Wird die Aussicht von A aus auf die Kurvenpunkte durch irgend welche Gegenstände behindert, so stellt man das Instrument in dem zuletzt bestimmten Kurvenpunkte d auf, nimmt den Winkel $W_1 d A = \angle d A W$ und arbeitet von d aus genau in derselben Weise weiter, wie von A aus geschehen.

Auch für diese Methode sind bei verschiedenen Werten von R und s die zugehörigen Winkel α berechnet und in Tabellen zusammengestellt. Mit Hülfe derselben ist es auch sehr leicht die Stationspunkte in der Kurve direkt ohne alle Zwischenpunkte zu bestimmen.

Ebenso wie der Theodolit ist für das vorstehend beschriebene Verfahren auch der Mefstisch zu gebrauchen. Es bietet dieser sogar noch den Vorteil, dafs man als Aufstellungspunkt nicht einen Punkt der Kurve, sondern einen ganz beliebig aufserhalb derselben gelegenen wählen darf, wie aus dem Wesen des Mefstisches sofort erhellt.[57])

4. Abstecken der Kurve von der verlängerten Tangente aus.

Verlängert man in Fig. 41 die Tangente XA über A hinaus um das Stück Ab gleich der Länge (s) der Mefskette, etwa 20 bis 25 m, und halbiert diese Länge, so kann man die Kurvenpunkte nach der Gleichung

$$bc = \frac{s^2}{2R} \quad \text{und} \quad ed = \frac{s^2}{8R}$$

leicht berechnen und abstecken. Setzt man ferner in der Richtung ec von c aus das Stück $cg = Ab = s$ ab, halbiert wieder cg und macht

$$ik = \frac{s^2}{8R} \quad \text{und} \quad hg = \frac{s^2}{2R},$$

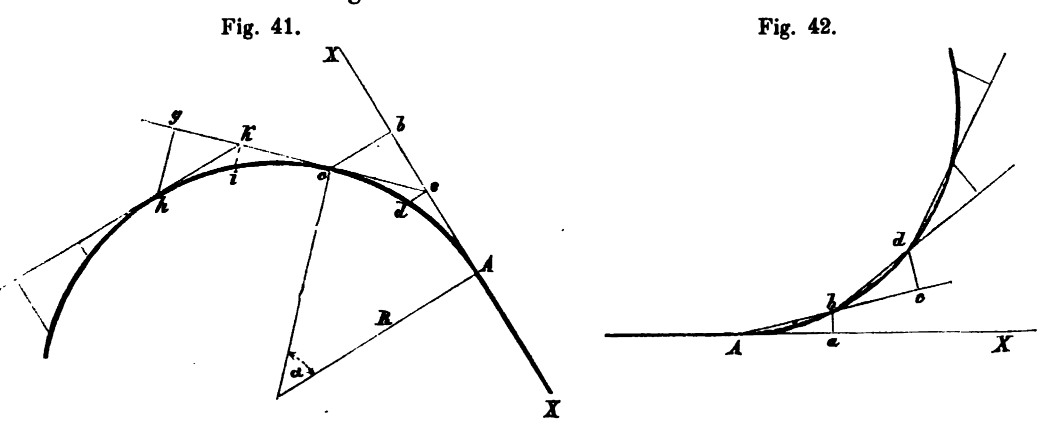
so hat man in i und h zwei weitere Kurvenpunkte. In gleicher Weise sind leicht beliebig viele andere Punkte zu finden.

Diese Methode ist jedoch nur für Kurven mit grofsen Radien und für kleine Längen der Abstände Ab, hk etc. mit genügender Genauigkeit ausführbar. Sind diese Voraussetzungen nicht erfüllt, so mufs die Länge $Ae = ec$ aus den Beziehungen

$$\sin\alpha = \frac{Ab}{R} \quad \text{und} \quad Ae = R\,\mathrm{tang}\frac{\alpha}{2}$$

berechnet und hiermit weiter gearbeitet werden.

Fig. 41. Fig. 42.



5. Abstecken der Kurven von der verlängerten Sehne aus.

Von dem Tangentenpunkte A (siehe Fig. 42) aus macht man $Aa =$ der Kettenlänge s und $ab = \frac{s^2}{2R}$; dann ist b ein Punkt der Kurve. Man verlängert nun Ab über b hinaus um das Stück $bc = Aa$ und macht $dc = \frac{s^2}{R}$, so ist d wieder ein Punkt der Kurve.

[57]) Deutsche Bauz. 1872, S. 406.

Welche dieser Methoden in der Praxis am zweckmäfsigsten anzuwenden, hängt in jedem speciellen Falle von den örtlichen Schwierigkeiten ab; bald ist die eine, bald die andere, bald auch eine Kombination zweier oder mehrerer am Platze. Es mag nur bemerkt werden, dafs die ersten drei Methoden genaue Resultate geben, während mit den beiden zuletzt aufgeführten, besonders bei langen Bögen eine grofse Genauigkeit nicht zu erreichen ist. Dagegen haben dieselben den Vorteil, dafs sie erheblich weniger Zeit in Anspruch nehmen, und sind in den vorhin erwähnten Fällen zweckmäfsig, wo man gezwungen ist, von den Kurven auszugehen. Man erhält zwar nicht genau eine Kurve von bestimmtem Halbmesser, aber jedenfalls, was wichtiger ist, eine stetige Kurve.

Auf die mannigfaltigen verschiedenen Aufgaben, welche in der Praxis aufser den besprochenen vorkommen, z. B. Abstecken von Korbbögen etc., gehen wir hier nicht näher ein. Alle diese Aufgaben sind mit Hülfe der Trigonometrie leicht zu lösen, jedoch nicht in allgemeine Regeln zu fassen.

Die Stationierung der im Felde ausgesteckten definitiven Linie geschieht entsprechend der im Plane vorgenommenen, in Stationen von 100 m und Zwischenstationen von 50 m Länge. Dieselben werden mit starken ganz in den Boden eingetriebenen Pfählen bezeichnet, denen ein Nummerpfahl beigesetzt wird. Hierbei darf man nicht vergessen, die berechneten Kurvenlängen mit den gemessenen zu vergleichen und eventuell die letzteren darnach gleich bei der Stationierung zu berichtigen. Aufser den Stationspunkten werden in der Bahnlinie noch alle Brechpunkte des Terrains und namentlich die Anfangs- und Endpunkte der Kurven eingemessen und mit Pfählen markiert, welche mit entsprechender Bezeichnung zu versehen sind.

Da bei der Bauausführung diese Marken fast sämtlich verloren gehen, so ist es notwendig, zur Fixierung der Mittellinie an geeigneten Punkten, namentlich an den Übergängen der Aufträge in Abträge und an Stellen, wo Bauwerke projektiert sind, zu beiden Seiten der Bahn, wo möglich in gleichen Abständen von der Mittellinie, 10 bis 15 cm starke, mit Erdkreuz versehene Fixpfähle einzugraben, mit deren Hülfe später jederzeit die Achse wieder hergestellt werden kann, und welche gleichzeitig das Nivellement sicher stellen. Diese Fixpunkte sind in den Plänen mit Angabe ihrer Höhe, sowie der Mafse für ihre Lage einzutragen.

Das Nivellement der ausgesteckten und stationierten Linie wird in der oben beschriebenen Weise ausgeführt und bildet für das definitive Längenprofil die Grundlage. Letzteres wird in derselben Art dargestellt, wie dasjenige für die generellen Vorarbeiten (Tafel II), nur in einem anderen Mafsstabe — die Längen in 1:2500, die Höhen in 1:250.

Aufserdem sind in dem speciellen Längenprofile die Seitengräben anzugeben und zwar in blauen Linien, wobei der linksseitige durch einen punktierten, der rechtsseitige durch —·—· und beide Gräben, wenn sie in gleicher Höhe liegen, durch einen ausgezogenen Strich dargestellt werden. Aufser diesem gezeichneten Längenprofile pflegt man die sämtlichen Höhenzahlen desselben für den Gebrauch beim Projektieren in einer Tabelle zusammenzustellen.

C. Aufnahme der definitiven Querprofile.

Die specielle Projektierung des Bahnkörpers und die genaue Berechnung der zu bewegenden Erdmassen lassen es wünschenswert erscheinen, nochmals, auf die im Felde ausgesteckte definitive Linie bezogen, Querprofile aufzunehmen, da die Horizontal-



kurvenpläne immerhin, zumal in dem üblichen Mafsstabe von 1:2500[58]), leicht Differenzen ergeben, welche für die genannten Zwecke nicht zulässig sind.

Diese Querprofile sind indes eng begrenzt durch die Breite der Bahnanlage und werden lediglich auf diese beschränkt, dagegen im allgemeinen einander weit näher gelegt, als dies zur Aufnahme der Höhenpläne erforderlich war. In Gebirgen müssen dieselben einander oft auf 5 m eventuell noch mehr genähert werden.

Die Aufnahme derselben geschieht in der in § 15 angegebenen Weise.

Diese Querprofile werden in unverzerrtem Mafsstabe, in der Regel in dem der Höhen des Längenprofils aufgetragen. Man benutzt sie zum Einprojektieren des Bahnkörpers und der Nebenanlagen mit allen etwaigen Stützmauern und sonstigen Konstruktionen. Ebenso werden in dieselben die Resultate der angestellten Bodenuntersuchungen[59]) eingetragen, nach welchen die Neigungen der Böschungen zu bestimmen sind. Nach diesen Querprofilen werden die sogenannten Breiten-Tabellen aufgestellt, welche die Mafse des zu jeder Seite der Bahnachse erforderlichen Terrains enthalten und zur Anfertigung der Grunderwerbskarten dienen.

Bei der Projektierung der Nebenanlagen und Bauwerke wird zunächst die allgemeine Anordnung derselben, wie sie sich nach den generellen Vorarbeiten (§ 12) ergeben hat, auf Grund der definitiven Feststellung der Linie einer nochmaligen und sorgfältigen Prüfung unterzogen, wobei die inzwischen gesammelten genaueren Angaben, welche auf diese Projekte Bezug haben, berücksichtigt werden. Besonders ist es zu empfehlen, bevor mit der Ausarbeitung der Einzelprojekte begonnen wird, Begehungen der Linie mit den Ortsbehörden und den Baubeamten der betreffenden Bezirke zu veranlassen und eine Verständigung über die ersteren anzustreben. Bei einer geschickten Leitung solcher Verhandlungen wird es in vielen Fällen gelingen, die Interessenten an der Feststellung der Projekte in solcher Weise zu beteiligen, dafs sie selbst demnächst zur Verteidigung gegen übertriebene Ansprüche dritter Personen wesentlich beitragen. Die Wichtigkeit dieses Verfahrens wird besonders betont, da dasselbe unter Umständen wesentlichen Aufwand an Zeit und Kosten ersparen kann.

Wenn hiernach die einzelnen Anlagen in ihrer allgemeinen Anordnung festgestellt sind, kann zur Ausarbeitung der Einzelprojekte für den Bau übergegangen werden.

Für die Parallelwege ist nur in coupiertem Terrain eine weitere Bearbeitung erforderlich, in der Ebene genügt es, die Breite derselben in die Situation einzuzeichnen. Im ersteren Falle werden die Parallelwege in die Querprofile neben dem Bahnkörper eingetragen.

In gleicher Weise verfährt man bei der Projektierung etwaiger Flufskorrektionen. Nur in den Fällen, in welchen dieselben gröfsere Dimensionen annehmen, pflegt man dafür ein besonderes Projekt in Situation, Längen- und Querprofilen anzufertigen.

Die Specialprojekte der Wegeübergänge im Niveau werden mit den zugehörigen Rampen auf besonderen Blättern im Mafsstabe von 1:500 ausgeführt. In Bezug auf die gesetzlichen Vorschriften für dieselben verweisen wir auf § 19.

Was die Specialprojekte für die Wege-Über- und Unterführungen, sowie für die Brücken und Durchlässe betrifft, so kann hier nicht näher auf dieselben eingegangen werden; es sei nur bemerkt, dafs es fast überall Gebrauch ist, sogenannte Nor-

---

[58]) Anders dagegen, wenn, wie das bei dem definitiven (Hellwag'schen) Projekte der Gotthardbahn geschehen ist, die Höhenkurvenpläne in ganz grofsem Mafsstabe (1:500) auf das genaueste aufgetragen sind. In diesem Falle dienen die letztern zur Entnahme der definitiven Querprofile.

[59]) Das Nähere über Bodenuntersuchungen ist im Kapitel III des vorliegenden Buches gegeben.



malien für dieselben aufzustellen, die einerseits die Arbeiten wesentlich vereinfachen, andererseits dazu beitragen, eine wünschenswerte einheitliche Behandlung der Projekte herbeizuführen. In Bezug auf den für die Bauwerksprojekte zu wählenden Mafsstab existieren in einzelnen Ländern besondere Vorschriften, welche in § 19 mitgeteilt sind.

D. Berechnung der Baukosten.

Die Anordnung des speciellen Kostenanschlags entspricht im allgemeinen derjenigen des generellen Kostenanschlags (§ 13). Während indes bei letzterem die aufzuwendenden Kosten für die einzelnen Bautitel mehr in summarischer Weise berechnet wurden, geschieht dies in dem speciellen Kostenanschlage auf Grund der Einzelprojekte, welche eine genaue Berechnung der zu bewegenden Erdmassen, der zu beschaffenden Materialien und der einzelnen Arbeitsleistungen zur Ausführung der projektierten Anlagen gestatten. Unter Hinweis auf die im § 13 gegebenen Andeutungen wird ein näheres Eingehen nur in Bezug auf die Berechnung und Disponierung der zu bewegenden Erdmassen erforderlich sein.

1. Berechnung der Erdmassen.

Bei horizontalem Terrain sind die Massenberechnungen auch für den speciellen Anschlag nach den in § 13 angegebenen Methoden auszuführen, wobei das definitive Längenprofil die für diesen Zweck wünschenswerte gröfsere Genauigkeit ergibt.

Bei coupiertem Terrain genügt dieses Verfahren nicht; hier geschieht vielmehr die Massenberechnung auf Grund der für die specielle Bearbeitung des Projekts aufgenommenen definitiven Querprofile. Die Ermittelung des Flächeninhalts dieser Profile, welche gewöhnlich aus einer mehr als vierseitigen Figur bestehen, kann auf verschiedenen Wegen stattfinden:

a. Das graphische Verfahren. Hierbei sucht man zunächst die gebrochene Terrainlinie durch eine Gerade zu ersetzen, welche so gelegen ist, dafs der Inhalt des durch dieselbe erhaltenen Vierecks gleich dem Inhalte der ursprünglichen Figur ist. Dies erreicht man sehr rasch und einfach mit Hülfe zweier Dreiecke und einer feinen Nadel unter Berücksichtigung des Satzes: „Inhalte von Dreiecken mit gleicher Grundlinie und gleichen Höhen sind gleich“ in der folgenden Weise:

Man legt (siehe Fig. 43) das eine Dreieck an die Punkte $a\,c$, verschiebt dasselbe am anderen Dreiecke parallel zu dieser Lage bis zum Punkte b und markiert mit der Nadel in der Böschungslinie an der Dreieckskante den Punkt b', so ist die gebrochene Linie $a\,b\,c$ durch die Gerade $b'\,c$ ersetzt, also das Sechseck in ein Fünfeck verwandelt. In der gleichen Weise legt man weiter das erste Dreieck an die Linie $b'\,d$, verschiebt dasselbe wieder, bis dieselbe Dreiecksseite durch den Punkt c geht, markiert mit der Nadel den Punkt c' auf der Böschungskante und hat dadurch das Fünfeck $b'\,c\,d\,e\,f$ in das inhaltsgleiche Viereck $c'\,d\,e\,f$ verwandelt, wie aus den in der Figur punktierten Hülfslinien leicht zu erkennen ist. Die letzteren bleiben bei der praktischen Ausführung fort.

Der Inhalt des so gewonnenen Vierecks wird entweder durch Wiederholung desselben Verfahrens in ein Dreieck verwandelt, oder durch Zerlegen in 2 Dreiecke ermittelt, oder endlich ohne alle Rechnung durch folgendes Verfahren bestimmt:

Man nimmt ein Vielfaches der Mafseinheit (hier 20 m) in den Zirkel und beschreibt von einem Eckpunkte des Vierecks (Fig. 44), hier von e aus, einen Kreisbogen, legt vom gegenüberliegenden Endpunkte c eine Tangente an denselben und zieht parallel

zur Diagonale ce durch die Punkte d und f Linien, welche die Tangente in den Punkten d' und f' schneiden. Es ist dann Viereck $cdef = \triangle f'd'e = {}^1/_2 . f'd' . 20 = f'd' . 10$ qm. Die Länge $f'd'$ multipliziert mit 10 gibt also direkt den Inhalt des Vierecks in Quadratmetern an. Wird der Radius des Kreises gröfser als die Diagonale ce, so kann man von c aus keine Tangente mehr an den Kreis ziehen, es ist dann der Radius etwa auf die Hälfte zu reduzieren und gibt dann die Hälfte der Linie $f'd'$ den gesuchten Inhalt an.

Man findet in diesem Falle auch leicht den Flächeninhalt dadurch, dafs man von einem Endpunkt d aus mit der 20fachen Einheit einen Kreisbogen beschreibt (siehe Fig. 45), welcher die durch f gezogene Parallele zur Diagonale ec in f' schneidet. Die Antiprojektion ec' der Diagonale ce auf die Linie $f'd$ gibt dann wieder direkt den gesuchten Inhalt.

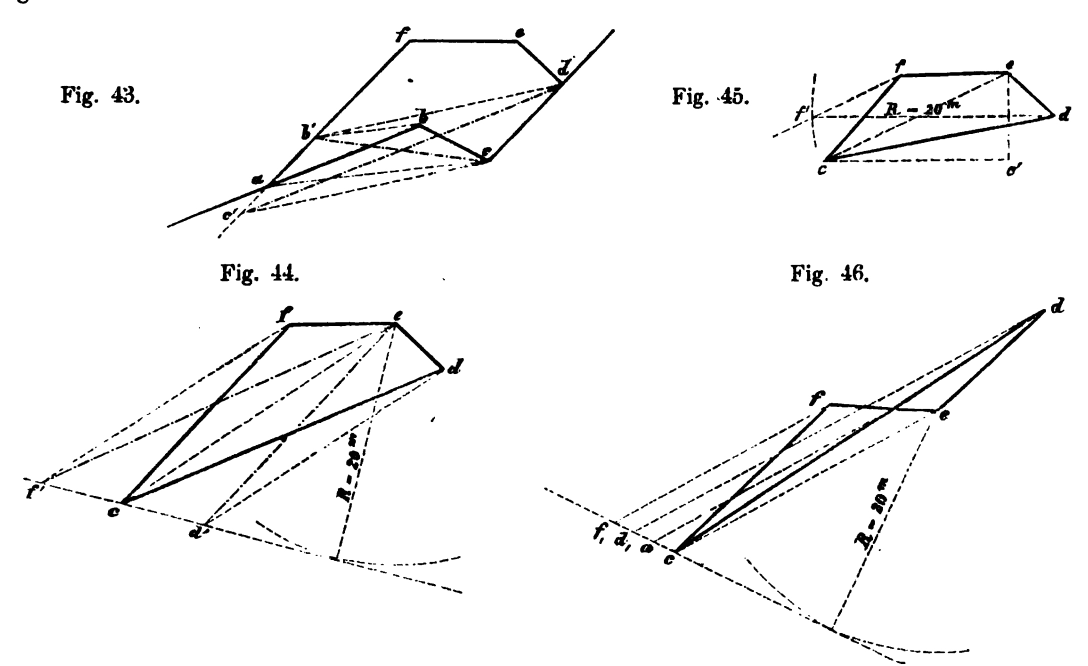


Fig. 43. Fig. 44. Fig. 45. Fig. 46.

Sind die Vierecke verschlungen, so geben obige Konstruktionen die Differenzen der Inhalte der beiden Dreiecke, während die Inhalte der letzteren selbst durch die Längen af' und ad' bestimmt werden, wie Fig. 46 zeigt.

Der Fehler, welcher bei diesem graphischen Verfahren unvermeidlich ist, geht bei einiger Übung nicht über zulässige Grenzen hinaus.

b. Zur Ermittelung der Inhalte der Querprofile sind ferner sehr zweckmäfsig Planimeter, namentlich der Amsler'sche Polarplanimeter[60]) zu benutzen. Das Papier mufs beim Gebrauche des letzteren glatt, ohne Falten und Wellen fest aufliegen, um eine entsprechende Genauigkeit zu erzielen. Der Fehler wird unter Voraussetzung sorgfältiger Arbeit bei einmaligem Umfahren der Figur von Amsler zu 0,1 %, von Jordan zu 0,5 % und bei zweimaligem Umfahren zu 0,3 % angegeben; derselbe wird jedoch gröfser, wenn der Pol innerhalb der zu umfahrenden Figur steht; es ist dies daher thunlichst zu vermeiden.

---

[60]) In Bezug auf die Theorie dieses interessanten Instruments verweisen wir auf die Werke von Bauernfeind, Jordan, Culmann, Dr. Bremiker, Göring u. A.



c. **Die direkte Berechnungsweise des Inhalts der Profile aus den gegebenen** Dimensionen derselben vermeidet zwar einige Fehlerquellen der obigen Methoden, ist jedoch so weitläufig und zeitraubend, dafs man sie selten anwenden wird, zumal auch die Genauigkeit nur eine scheinbar gröfsere ist, weil sie sich auf Zahlen stützt, deren nicht ganz genaue Ermittelung bei der Aufnahme gröfsere Fehler verursacht, als bei der Bestimmung der Flächeninhalte nach obigen beiden Verfahrungsweisen entstehen können.

Für die Berechnung der Massen gilt das bei den generellen Massenberechnungen § 13 Gesagte, jedoch mufs bemerkt werden, dafs für den vorliegenden Zweck in der Praxis fast ausschliefslich das dort zuerst angeführte Verfahren angewandt wird, nach welchem der Körperinhalt zwischen zwei aufeinander folgenden Profilen aus dem Produkte der halben Summe der Inhalte dieser Profile und der Entfernung derselben gefunden wird.

Die dieser Methode anhaftenden Fehler sind dort bereits besprochen; es sei hier nur noch darauf aufmerksam gemacht, dafs bei verschiedener Neigung der Terrainlinie in zwei aufeinander folgenden Querprofilen erhebliche Fehler herbeigeführt werden können, welche bei diesem Verfahren nur dadurch in zulässige Grenzen zu bringen sind, dafs man die Profile im wechselnden Terrain sehr nahe aneinander legt. Es würde zu weit führen, wenn wir hierauf näher eingehen wollten, zumal keine allgemeine Regeln für die gröfste Entfernung der Profile zur Vermeidung dieses Fehlers aufgestellt werden können. Wir verweisen zum Studium dieses Gegenstandes auf das sehr lesenswerte Werk von Emanuel von Dambrowsky: „Theorie und Anleitung zur praktischen Ausführung der rationellen Inhaltsberechnung bei den Erdbauten, besonders der Eisenbahnen. Leipzig 1876", in welchem diese Rechnungen an verschiedenen Beispielen ganz speciell durchgeführt sind; ferner auch auf Culmann's Graphische Statik, worin der Fehler, welchen die ungleiche Neigung des Terrains zweier aufeinander folgender Profile verursacht, auf graphischem Wege ermittelt wird.

Position No.	Station No.	Höhe des Auftrags	Höhe des Abtrags	Grabentiefe		Halber Inhalt des Profils	Mittel zweier Profile	Entfernung der Profile	Kubikmeter				Die Position ergibt			Durch Seitenentnahm. werden beschafft	Verwendung der Massen.	Zu veranschlagende Massen		Transportweite	Preis pro cbm	Geldbetrag
				links	rechts				Auftrag	Reduzierte Auftragmasse	Gräben neben Damm	Abtrag inkl. Einschnittsgräben	zur Verwendung innerhalb der bezüglichen Stationen	zu viel	zu wenig			zum Auftrage	zur Ablagerung			
		m	m	m	m	qm	qm	m	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm		cbm	cbm	m	Pf.	M. Pf.

Für die Aufzeichnung der berechneten Massen werden zweckmäfsig Formulare verwandt, welche in den verschiedensten Anordnungen in der Praxis in Gebrauch sind. Vorstehend ist ein solches dargestellt, dessen Anwendung durch die Bezeichnung der Kolumnen ohne weiteres klar wird. Dasselbe ist gleichzeitig mit einem Formular für die Disposition verbunden. Etwaige Massen, welche nach den Profilen nicht zu berechnen sind, wie Massen für Wegerampen etc., werden nach ihrer Lage bei den entsprechenden Stationen in die Kolumnen: Kubikinhalt des Auftrages oder des Abtrages mit einer erläuternden Bemerkung eingetragen. Die Berechnung derselben geschieht nach den gewöhnlichen stereometrischen Grundsätzen. Aufserdem werden Einschnittsmassen, welche zur Dammschüttung nicht geeignet sind, sowie Massen, welche zur Herstellung der Unter-

bettung des Oberbaues oder zu Baumaterialien passend erscheinen und daher für den Erdbau keine Verwendung finden sollen, in dem Massenverzeichnisse ausdrücklich in Abzug gebracht. Schliefslich wird die Masse eines jeden Auftrages nach dem entsprechenden Auflockerungsverhältnisse des zu verwendenden Bodens reduziert und die so erhaltenen Zahlen als Rechnungswerte in das Formular aufgenommen.

2. Aufstellung der Massendisposition.

Nach vollendeter Berechnung der zu bewegenden Erdmassen erfolgt die Aufstellung des Verteilungsplanes derselben: der sogenannten „Massendisposition." Sie bezweckt, die Kosten der Erdbewegung auf das kleinste Mafs zu beschränken.

Zunächst hat man diejenigen zwingenden Momente aufzusuchen, welche der Erdbewegung bestimmte, nicht überschreitbare Grenzen setzen. Solche Hindernisse bilden gröfsere Bauwerke, namentlich Tunnel, Viadukte etc., deren Fertigstellung der Erdtransport nicht abwarten darf; ferner grofse Dämme und Einschnitte, deren Vollendung erst gegen Ende der Bauausführung zu erwarten steht. Solche gegebene Trennungspunkte für den Erdtransport zerlegen die Bahnlinie in gröfsere Transportabteilungen, innerhalb deren eine Ausgleichung der Massen anzustreben ist. Es werden daher für jede solche Abteilung die berechneten Einschnitts- und Dammmassen summiert und für etwa erforderliche Seitenentnahmen oder Ablagerungen geeignete Plätze bestimmt, bei deren Auswahl billiges Terrain und kurze Transporte, beziehungsweise leichte Gewinnung des Bodens mafsgebend sind. Dieselben werden an den betreffenden Stellen im Längenprofile mit besonderer Farbe bezeichnet, und die veranschlagten Kosten an Grundentschädigung, Gewinnung und Transport für den Kubikmeter der Entnahme oder Ablagerung daneben notiert.[61]) Nach diesen vorbereitenden Arbeiten wird der Plan für die Verteilung der Massen entworfen. Dies kann auf zweifache Weise geschehen, entweder durch Rechnung, oder auf graphischem Wege mit Hülfe des Massennivellements.

a. Bei dem ersten Verfahren werden möglichst verschiedene Dispositionen versucht, die jedesmaligen Ausführungskosten berechnet und durch Vergleichung derselben, welche eventuell weiter mögliche Verbesserungen an die Hand gibt, schliefslich die günstigste Verteilung und Bewegung der Erdmassen ermittelt und festgestellt. Die gefundenen Resultate — sowohl die Massen als die Transportweiten — werden in gleicher Weise, wie bei dem nachstehend beschriebenen Verfahren, im Längenprofile mit Angabe der einzelnen Massen eingetragen, und daneben die einander entsprechenden Einschnitts- und Dammmassen mit gleichen Farbentönen angelegt und die Transportrichtungen derselben neben den Transportweiten durch kleine Pfeile bezeichnet. Aufserdem wird die festgestellte Massendisposition in das nebenstehende Formular eingetragen. Eine gründliche Durchführung dieses Verfahrens erfordert — abgesehen von einfachen Verhältnissen — viel Arbeit und Ausdauer. Wesentliche Erleichterung bietet hierbei die Zuhülfenahme des im § 13 erwähnten Flächennivellements.

b. Das **Massennivellement** löst die Aufgabe auf direktem Wege. Dasselbe wurde von dem bayerischen Ingenieur **Bruckner** erfunden und von **Culmann**, **Bauernfeind**, **Eikemeyer** und **Launhardt** weiter ausgebildet. Wir haben dem Folgenden hauptsächlich die in der Zeitschr. d. hann. Arch.- u. Ing.-Ver. Jahrg. 1874, Heft 2 enthaltene Arbeit des letztgenannten Verfassers zu Grunde gelegt und auch die dort aufgeführten Benennungen beibehalten.

---

[61]) Das Nähere über Transport und Ausführung der Erdarbeiten überhaupt siehe Kapitel III des vorliegenden Handbuchs.



Beim Massennivellement werden die vorher berechneten zur Verwendung aufserhalb der betreffenden Station disponibelen oder innerhalb derselben fehlenden Massen vom Anfangspunkte der Bahn an, von Profil zu Profil, addiert und hierbei die Auf- und Abträge in entgegengesetztem Sinne gerechnet. Man benutzt hierzu zweckmäfsig das nachstehende Formular. Die so gewonnenen Zahlen, welche demnach für eine beliebige Station den Überschufs der Einschnittsmassen über die Dammmassen oder umgekehrt, vom Anfangspunkte der Bahn an bis zu der betreffenden Station gerechnet, angeben, werden Massenkoten genannt und nach einem bestimmten Mafsstabe, etwa 100 bis 500 cbm = 1 mm, von der Horizontalen des Längenprofils nach unten hin in den zugehörigen Stationen als Ordinaten aufgetragen. Dabei sind die Auftragsmassen negativ, die Abtragsmassen positiv in Rechnung gebracht, und ist allen Koten eine konstante Zahl hinzugefügt, um negative Ordinaten zu vermeiden. Durch Verbindung der Endpunkte der Ordinaten erhält man eine auf- und absteigende gebrochene Linie, das sogenannte Massenprofil (siehe Taf. V), welches die folgenden Eigenschaften hat:

1. Je nachdem das Massenprofil steigt oder fällt, entspricht demselben im Längenprofile ein Damm oder Einschnitt. Die aufsteigende Linie nennt man Verbrauchslinie, die absteigende Bezugslinie. Ist das Massenprofil an einer Stelle horizontal, so liegt die Bahn im Terrain; es sind dann entweder gar keine Massen zu bewegen, oder die zu bewegenden Massen gleichen sich in denselben Stationen aus.

2. Jedem Maximum resp. Minimum des Massenprofils entspricht im Längenprofil ein Übergang vom Damm zum Einschnitte resp. vom Einschnitte zum Damme.

3. Je steiler die Linie des Massenprofils, um so gröfser sind die zwischen zwei aufeinander folgenden Profilen enthaltenen Massen und umgekehrt.

4. Der vertikale Abstand zweier Punkte des Massenprofils gibt die zwischen diesen Punkten fehlenden oder überflüssigen Massen an.

5. Jede durch das Massenprofil gezogene Horizontale teilt das Massenprofil in eine Anzahl von Bergen und Thälern, innerhalb deren die Massen sich jedesmal genau ausgleichen. Jede solche Horizontale wird deshalb Massengleiche genannt, und jede zwischen ihr und der Profillinie eingeschlossene Erhebung oder Senkung bildet eine kleinere Transportabteilung: „Transportsektion“ für sich. In den Bergsektionen mufs zu diesem Zwecke ein Rückwärtstransport, in den Thalsektionen ein Vorwärtstransport stattfinden.

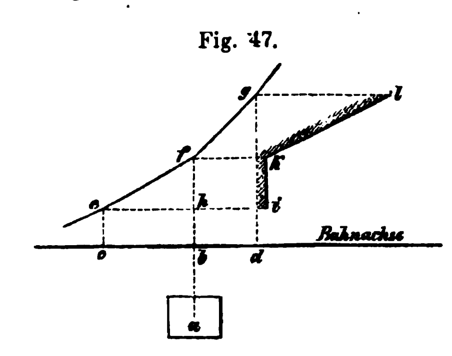
Von Station.	Bis Station.	Dammmasse reduziert auf gewachsenen Boden cbm	Abtragsmassen cbm	Massenkote cbm
0	3	—	350	350
3	3 + 50	—	170	520
3 + 50	4	—	120	640
4	4 + 50	182	—	458
4 + 50	5	385	—	100

Aus diesen Eigenschaften des Massenprofils folgt unmittelbar, dafs es möglich sein mufs, eine Massengleiche einzuzeichnen, nach welcher die Herstellungskosten der Einschnitte und Dämme zu einem Minimum werden. Bevor wir jedoch darlegen können, wie dieselbe gefunden wird, mufs zunächst angegeben werden, in welcher Weise die Seitenentnahmen und Seitenablagerungen in dem Massenprofile zur Darstellung gebracht werden und wie die Transportkosten zur Erscheinung kommen.

Eine Seitenentnahme wird im Massenprofile neben der betreffenden Verbrauchslinie und zwar gleichfalls durch eine aufsteigende Linie („Entnahmelinie“) dargestellt

Die Entfernung zwischen beiden entspricht der Transportweite zwischen der Entnahme- und Verwendestelle. Wird also die Seitenentnahme parallel zur Bahnachse angelegt, so ist die Entnahmelinie parallel der Verbrauchslinie (siehe Taf. V die Entnahme bei Station 23). Findet dagegen die Seitenentnahme nicht parallel zur Bahnachse, sondern wie Fig. 47 im Grundrifs darstellt, seitlich der Mittellinie von einem Punkte a aus statt, von welchem die Transporte in den Bahndamm cd nur über den Punkt b hinweg erfolgen können, so wird für den zugehörigen Teil einer Massenprofillinie efg diese Entnahmelinie durch die Linie ikl dargestellt, für welche fk und $hi = ab$, ferner $gl = ab + bd$ und $ei = ab + bc$ ist. In gleicher Weise ist die Ablagerungslinie festzustellen. Die Bestimmungen der für Ablagerungen oder Seitenentnahmen geeigneten Stellen geschieht in der bereits oben bezeichneten Weise.

Fig. 47.



Zweckmäfsig ist es, wie bereits erwähnt, bei Seitenentnahmen und Ablagerungen die Kosten, welche durch den Grunderwerb entstehen, auf den Kubikmeter der zu bewegenden Masse zu verteilen, dieselben dem Preise für das Lösen, Laden und Transportieren hinzuzufügen und dann die Linien für die Seitenentnahmen oder Ablagerungen in den diesen Kostensummen entsprechenden Transportentfernungen im Massenprofil aufzutragen. Es wird dadurch der Vorteil erzielt, dafs man im letzteren nur noch mit Transportkostenlängen zu rechnen hat.

Diese Reduktion ist auf Taf. V überall vorgenommen und ist hierbei auf den Kubikmeter für Grunderwerb 4 Pf., für Lösen und Laden 15,6 Pf. gerechnet, ferner für die Transporte die im Kapitel III empfohlene Tabelle zu Grunde gelegt. (Die Wahl so niedriger Preise für Grunderwerb und Gewinnung hat ihren Grund lediglich in der Anordnung der Figur.)

Die Transporttabelle ist zur Erleichterung des Gebrauches in Gestalt eines Längenmafsstabes dargestellt; die Transportweiten sind im Mafsstabe des Längenprofils aufgetragen und die entsprechenden Preise in Pfennigen dabeigesetzt. Diese Tabelle resp. der Transportmafsstab bezieht sich lediglich auf Horizontaltransporte. Wollte man auch die Neigungen berücksichtigen, so würde man mit einem einfachen Mafsstabe nicht mehr auskommen, die Tabelle aber dennoch graphisch in folgender Weise zweckmäfsig darstellen können: Man trägt, ebenso wie für die Horizontaltransporte, die Kosten bei verschiedenen Neigungen und Gefällen in einzelnen Mafsstäben auf und zeichnet diese so übereinander, dafs die Nullpunkte derselben in einer Vertikalen liegen und ihre Abstände von einander den verschiedenen angenommenen Neigungsverhältnissen entsprechen. Verbindet man dann die gleichwertigen Punkte der einzelnen Mafsstäbe, so erhält man ein System von Kurven, welche für jede beliebige Neigung innerhalb der äufsersten aufgetragenen Grenzen die Transportkosten angeben. Diese Kurven zeigen bei der, jeder Transportart entsprechenden günstigsten Steigung ein Maximum der Transportentfernung, welches für einen bestimmten Zweck geleistet werden kann. (Auf dieses interessante Verfahren näher einzugehen, ist hier nicht der Ort.) Übrigens hat es wenig Wert, schon bei der Massendisposition die Neigungen der Transportwege in Betracht zu ziehen, da dieselben nicht im voraus bekannt sind, sich vielmehr erst bei der praktischen Ausführung, je nach Organisierung und Einteilung der Arbeit, auf der Baustelle ergeben, wobei eine Reihe rein zufälliger Gründe wesentlich mitsprechen. Nur in seltenen Fällen

wird die Neigung der Transportbahn derjenigen des Bahnplanums gleich kommen; in den weitaus meisten Fällen wird der gröfste Teil der Massen nach abwärts zu transportieren sein, da naturgemäfs der Schwerpunkt der Einschnitte fast durchweg höher liegt als derjenige der Dämme. Es bleibt sonach Sache des Ausführenden, die Transporte möglichst mit dem günstigsten Gefälle zu bewerkstelligen. Hinsichtlich der Massendisposition ist also im Folgenden, ohne Rücksicht auf die Neigung, so zu verfahren, als ob alle Transporte auf horizontaler Bahn stattfänden.

Nach vorstehenden Erörterungen können wir zur Ermittelung der günstigsten Massengleiche übergehen.

Sollen nach Mafsgabe einer beliebigen durch ein Massenprofil gelegten Horizontalen oder Massengleichen af (Fig. 48) die Transporte ausgeführt werden, so müfsten dieselben, innerhalb der einzelnen Transportsektionen, bis zu folgenden Grenzen stattfinden:

1. von b nach a (Seitenablagerung)
2. „ b „ c
3. „ d „ c
4. „ d „ e
5. „ f „ e (Seitenentnahme).

Wird dagegen die Massengleiche in einer anderen jedoch benachbarten Lage gewählt, so hat man für die — nach einer Seite ab-, nach der anderen hinzukommende — kleine Differenz der Masse gerade jene Grenztransportweiten in Rechnung zu ziehen. Verschiebt man z. B. die Massengleiche af um 1 cbm aufwärts, so ist je 1 cbm Masse weniger auf die bezüglichen Entfernungen ba, dc und fe, dagegen je 1 cbm mehr auf die Längen bc und de zu transportieren. Die Differenz der diesen Längen entsprechenden Transportkosten gibt sonach die Ersparnis an, welche bei jener Verschiebung der Massengleiche gemacht werden kann. Wird also diese Differenz für eine Lage der Massengleiche bei Verschiebung nach beiden Richtungen zu Null, so ist die günstigste Massengleiche gefunden. Dieser Fall tritt ein, wenn

$$(ab) + (cd) + (ef) = (bc) + (de)$$

wird, worin die eingeklammerten Ausdrücke die Transportkosten für die gleichlautenden Längen (inkl. Grunderwerb und Lösen des Bodens für Seitenentnahme und Ablagerung) bezeichnen. Dieselben werden an dem Transportmafsstabe abgelesen.

In Worten ausgedrückt sagt diese Gleichung: „Die Massengleiche ist dann die günstigste, wenn die Transportkostensumme für die Bergbasen gleich ist derjenigen für die Thalbasen“.

Fig. 48.

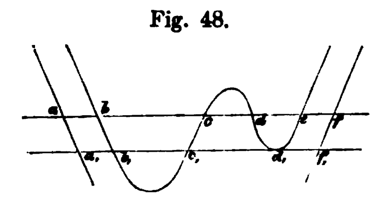
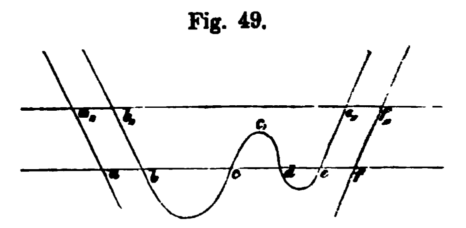


Fig. 49.



Nicht unter allen Umständen ist die günstigste Lage der Massengleiche zu erreichen. Wäre z. B. in Fig. 48 bei der Lage af der Massengleiche die Summe der Transportkosten für die Thalbasen gröfser als die für die Bergbasen, so würde man die Massengleiche herunter rücken müssen. Geschähe dieses bis zu der Lage $a,f,$ und wäre dann das gewünschte Resultat noch nicht erreicht, so könnte ein weiteres Herunterschieben der Massengleiche nicht erfolgen, weil die Massen unterhalb der Thalbase $b,c,$ sich unter-

einander billiger ausgleichen, als dies zur Benutzung der Ablagerung bei *a,* und der Entnahme bei *f,* möglich. Diese äufserste Lage der Massengleiche nennt man daher „Grenzgleiche" oder auch Grenze.

Wären umgekehrt in Fig. 49 die Transportkosten für die Bergbasen gröfser als für die Thalbasen, so würde man die Massengleiche nach oben, wenn nötig auch über den Punkt *c,* hinaus verschieben müssen bis zu der Lage $a_{,,}f_{,,}$ für welche stattfinden soll $(b_{,,}a_{,,}) + (f_{,,}e_{,,}) = (b_{,,}e_{,,})$; in dieser Gleichung bezeichnen wieder die eingeklammerten Ausdrücke die den betreffenden Längen entsprechenden Kosten. Diese letztere Grenzgleiche würde in diesem Falle gleichzeitig die günstigste Massengleiche sein, weil für diese die Transportkosten ein Minimum werden.

Zur Bestimmung der günstigsten Massengleiche werden zunächst die Grenzgleichen eingezeichnet, zwischen welchen sich die Versuche zu bewegen haben. Dieselben sind auf Taf. V mit *gg* bezeichnet. Man findet sie bis zu der durch die Ablagerung bedingten Versetzung der Massengleiche, Station 0 bis 12 + 50, dadurch, dafs man für jeden Berg und für jedes Thal die zugehörige äufserste Basis zieht, welche noch die Profillinie zu beiden Seiten trifft, wobei von der möglichst extremen Lage der Grenzgleiche unter Einschlufs etwaiger zwischenliegender Berge und Thäler auszugehen ist. Zwischen Station 12 + 50 und 23 wird die Grenzgleiche *gg* dadurch gefunden, dafs die Kosten für den Transport von Station 12 + 50 bis Station 23 mit 67 Pf. gleich den Kosten der Ablagerung bei Station 12 mit 24 Pf. und denen für die Entnahme bei Station 23 mit 43 Pf. werden. Ohne die Annahme der Seitenentnahme und Ablagerung würde die Grenzgleiche um so viel höher liegen, dafs der letzte Punkt der Profillinie bei Station 23 noch getroffen würde. Diese Grenzgleiche ist gleichzeitig die günstigte Massengleiche, weil sie die günstigste Massenverteilung angibt, da ein Verschieben derselben eine Verteuerung der Herstellungskosten des Dammes und des Einschnittes mit sich führt.

Die Anzahl der Grenzgleichen gibt ohne weiteres die Anzahl der Transportsektionen, im vorliegenden Falle = 6.

Um nun auch die günstigste Massengleiche auf der ersten Strecke des Profiles von Station 0 bis 13 zu finden, zeichnet man zunächst bei jedem Einschnitt und jedem Damm für sich, mit ausschliefslicher Rücksicht auf die benachbarten Teile des Massenprofils, die günstigste Massengleiche. Es sind dieses auf Taf. V die Linien *ver* und *anf,* in welchen, horizontale Transporte vorausgesetzt, $ve = er$ und $an = nf$ ist. Man nennt diese Linien auf Einschnitt und Damm bezogen Verteilungs- resp. Anfuhrlinien.

Durch die Verteilungslinie des ersten Einschnitts wird ein grofser Teil des ersten Dammes ungedeckt gelassen; es ist das ein Zeichen, dafs wahrscheinlich von Station 0 an eine Entnahme stattfinden mufs. Die Kosten derselben werden durch die dort eingezeichnete Entnahmelinie dargestellt. Im zweiten Damme dagegen überschneiden sich die Verteilungslinien des vorhergehenden und folgenden Einschnittes, sie disponieren also über die Dammmassen doppelt, mithin ist klar, dafs für die Herstellung dieses Dammes voraussichtlich keine Entnahme stattfinden darf.

Ziehen wir in gleicher Weise bei jedem Damme für sich die günstigste Anfuhrlinie, so fällt dieselbe für den ersten Damm mit der Grenzfläche *gg* zusammen, wenn auf die etwaige Entnahme keine Rücksicht genommen wird. Für den zweiten und dritten Damm wird dieselbe durch die Linien *anf* gefunden.

Durch die Anfuhrlinien des ersten und zweiten Dammes wird über einen grofsen Teil *ag* des dazwischen liegenden ersten Einschnittes doppelt disponiert, mithin ist für

diesen keine Ablagerung erforderlich, vielmehr würde noch mehr Masse in demselben erwünscht sein. Die Anfuhrlinien des zweiten und dritten Dammes überschneiden sich jedoch auf der zwischen ihnen liegenden Bezugslinie nicht, lassen mithin einen Teil fa des Einschnittes unverwendet. Es ist dies also eine Stelle, an welcher möglicherweise eine Ablagerung stattfinden mufs. Die Gesamtkosten derselben mögen 26 Pf. pro Kubikmeter betragen und ist dementsprechend die Ablagerungslinie in der IV. Sektion gezeichnet.

Durch die Verteilungs- und Anfuhrlinien sind also zwei weitere Stellen, an welchen vielleicht Quertransporte stattfinden werden, bestimmt. Ganz allgemein werden durch ersteren, wenn sie, auf den zwischen ihnen liegenden Verbrauchs- oder Bezugslinien, Massen übrig lassen, die Stellen gefunden, an welchen vielleicht eine Entnahme oder Ablagerung vorteilhaft ist.

Zwischen je zwei Quertransporten ist nun die günstigste Massenverteilung zu suchen. Es geschieht dies durch Einzeichnen der sogenannten Ausgleichungslinie, d. h. derjenigen Horizontalen, welche die ganze Ausgleichungsstrecke so durchschneidet, dafs die Kostensumme der Basen der Vorwärtstransporte gleich der Kostensumme der Basen der Rückwärtstransporte ist. In dem Taf. V gegebenen Beispiele ist dies für die Strecke von Station 0 bis 7 + 50 der Linie ll der Fall, denn für dieselbe ist die Summe der Kosten für die Vorwärtstransporte nach dem Mafsstab für die Transportkosten = 29,0 + 25,7 + 26,0 = 80,7 und die Summe der Kosten für die Rückwärtstransporte = 43,2 + 37,5 = 80,7.

Ebenso findet man die Ausgleichungslinie ii für die Strecke von Station 7 + 50 bis zur Ablagerung bei Station 12, für welche wieder die Summe der Kosten für die Vorwärtstransporte = 36,2 + 24,0 = 60,2 und die Summe der Kosten der Rückwärtstransporte = 26,0 + 34,2 = 60,2 ist.

Die so gefundenen Ausgleichungslinien geben jedoch noch nicht die richtige Verteilung der Massen an, weil durch sie über den Teil il des zweiten Einschnittes doppelt verfügt wird. Hieraus geht hervor, dafs bei Station 7 + 50 keine Ablagerung stattfinden darf, vielmehr hier noch mehr Massen erwünscht wären. Es bleibt also nichts anderes übrig, als die beiden Ausgleichungslinien zu kombinieren und eine neue Ausgleichungslinie zwischen Station 0 und der Ablagerung bei Station 12 zu suchen. Dieses ist die Linie kk, denn für dieselbe findet statt: Summe der Kosten der Vorwärtstransporte = 29,0 + 28,1 + 33,2 + 24,0 = 114,3 Pf. und Summe der Kosten der Rückwärtstransporte = 41,5 + 35,8 + 37,0 = 114,3 Pf. Durch die Schnitte dieser Linie mit der Massenprofillinie in den Punkten kk sind die Grenzen der Transportsektionen genau bestimmt. Dieselben können direkt in das Längenprofil übertragen werden. Würden mehr als zwei Ausgleichungslinien zu kombinieren sein, so würde man zunächst diejenigen zweier benachbarten, welche den gröfsten Vertikalabstand haben, miteinander verbinden müssen, weil durch die Kombination dieser die gröfste Ersparnis erzielt wird und diese bei allen weiteren Kombinationen ihren Einflufs geltend macht. Hierdurch findet man schliefslich die absolut günstigste Ausgleichungslinie.

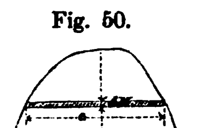
Für die Strecke von Station 12 + 50 bis 23 wurde bereits durch die Grenzgleiche die günstigste Massenverteilung gefunden. In dieser IV. Sektion sind jedoch noch mehrere Berge und Thäler, welche durch die Ausgleichungslinie gg nicht geschnitten werden, für dieselben sind also die Transportsektionen noch nicht bestimmt. Man legt deshalb eine sogenannte Ausgleichungslinie zweiter Ordnung ein, welche genau nach der obigen Regel so bestimmt werden mufs, dafs die Summe der Kosten für die Rückwärtstransporte gleich der Summe der Kosten für die Vorwärtstransporte wird. Betrachten

wir die Linie $m\,m$, so ist bei einer Verschiebung derselben um 1 cbm nach unten im ersten und zweiten Thale 1 cbm weniger zu bewegen, mithin werden die Kosten von $38{,}6 + 53{,}8 = 92{,}4$ Pf. gespart, dagegen im ersten Berge 1 cbm mehr zu bewegen und aufserdem noch 1 cbm über die ganze Länge von Station 13 nach 23 zu transportieren. Es stehen also obiger Ersparnis die Mehrausgaben von $27{,}2 + 65{,}2 = 92{,}4$ Pf. gegenüber; die Mehrausgabe ist demnach gleich der Ersparnis, mithin gibt die Linie $m\,m$ die günstigste Massenverteilung an. In gleicher Weise wird die Ausgleichungslinie dritter Ordnung $m, m,$ gefunden.

Nunmehr sind durch die Schnitte dieser Linien mit der Massenprofillinie alle Transportsektionen bestimmt und können in das Längenprofil eingetragen werden.

Nachdem im Vorstehenden gezeigt ist, wie die günstigsten Transportsektionen und die in diesen zu bewegenden Massen ermittelt werden, erübrigt noch anzugeben, wie die Transportweiten der einzelnen Massen zu bestimmen sind. Zu diesem Zwecke ziehen wir in einer Bergsektion über einer Ausgleichungslinie $A\,B$ (siehe Fig. 50) zwei sehr nahe aneinander gelegene Horizontalen, dann ist die vertikale Entfernung derselben gleich der sehr kleinen Masse $d\,M$, welche von der Bezugslinie über die Länge e in die Verbrauchslinie bewegt werden mufs. Die zwischen beiden Horizontalen gelegene Fläche $e\,.\,d\,M$ repräsentiert das Transportmoment der Masse $d\,M$, mithin ist auch die Fläche $F = \int e\,.\,d\,M$ des ganzen Berges gleich dem Transportmoment $M\,.\,s$ der ganzen Masse, wobei s die Schwerpunktsentfernung des Abtrags- und Auftragskörpers bezeichnet. Ermittelt man also den Flächeninhalt jedes Berges und jedes Thales (denn was von den Bergen vorstehend gesagt wurde, gilt ebenso für die Thäler) nach dem Mafsstabe für die Massen, so erhält man die einzelnen Transportmomente $(M\,.\,s)$ derselben; teilt man diese durch die zugehörigen Massen, so ergibt sich die Entfernung der Schwerpunkte. Für das Beispiel auf Taf. V ist diese Rechnung überall durchgeführt. Die so gefundenen Entfernungen, wie auch die Massen, sind in das Längenprofil einzutragen, sodafs hiernach die genaue Kostenberechnung der Erdarbeiten vorgenommen werden kann.

Fig. 50.



§ 17. Technische Vorarbeiten für den Grunderwerb.

Die Feststellung der für den Bau einer Bahn erforderlichen Grundflächen nach ihren Lagen und Gröfsen macht umfangreiche geometrische Arbeiten notwendig, deren gute und zweckentsprechende Ausführung für das Grunderwerbsgeschäft von hervorragender Bedeutung ist.

Bei den nachfolgenden Besprechungen dieser Arbeiten hatten wir vornämlich die in Preufsen bestehenden Verhältnisse und Vorschriften im Auge, von denen diejenigen der anderen deutschen Staaten nicht sonderlich abweichen. Diesen Bestimmungen, speciell denen des Gesetzes vom 11. Juni 1874 haben, demnach die nachstehend beschriebenen Arbeiten in erster Linie vollständig zu entsprechen. Hiernach ergibt sich als wesentliches Erfordernis zur Einleitung des Grunderwerbs die Aufstellung eines Grunderwerbsplans nebst Beilagen, welcher für jeden Gemeinde- oder Gutsbezirk gesondert die zu erwerbenden Grundstücke nach ihrer grundbuchmäfsigen, katastermäfsigen oder sonst üblichen Bezeichnung und Gröfse, ebenso die herzustellenden Bahnanlagen in Form und Gröfse nachweisen soll.

Die zur Aufstellung der vorbezeichneten Pläne und Beilagen erforderlichen geometrischen Arbeiten lassen sich in folgende Abteilungen klassifizieren:

1. Die Parzellaraufnahme oder Stückvermessung.
2. Anfertigung der Grunderwerbskarten.
3. Berechnung und Feststellung der zu erwerbenden Flächen und
4. Aufstellung der Grunderwerbsverzeichnisse.

1. Die Parzellaraufnahme oder Stückvermessung.

a. Umfang der Aufnahme. Bei der Parzellaraufnahme müssen alle im Bereiche der projektierten Anlage liegenden Grundflächen, welche bei Ausführung der Bahnanlage dauernd oder vorübergehend irgendwie zur Benutzung gelangen, mit ihren Grenzen und allen Einzelheiten aufs Genaueste aufgenommen werden. Über die zweckentsprechende Ausdehnung dieser Stückvermessungen lassen sich bestimmte allgemein zutreffende Regeln nicht aufstellen, da dieselbe von den lokalen Verhältnissen abhängig bleibt.

Im allgemeinen kann es jedoch als völlig ausreichend angenommen werden, wenn auf freier Strecke die Aufnahme sich auf eine Breite von 50 bis 75 m zu jeder Seite der Bahnlinie erstreckt. Eine weitere Ausdehnung der Messung empfiehlt sich jedoch bei Gebäuden, Mühlenanlagen, Schleusen, Brücken, Grubenwerken, sowie bei allen von der Bahnlinie durchschnittenen Flüssen, Bächen, Chausseen, Wegen, bestehenden Bahnen etc., weil die durch die projektierten Anlagen in den Beständen dieser Objekte bedingten Veränderungen sich häufig weiter erstrecken. Da wo Bahnhöfe projektiert oder gröfsere Flufsverlegungen, Anlagen von Häfen oder Lagerplätzen etc. beabsichtigt werden, ist die Ausdehnung der Aufnahme dem speciellen Falle entsprechend zu bestimmen. Innerhalb dieser Ausdehnungsgrenzen sind nun einzumessen:

1. Alle Eigentumsgrenzen mit den dieselben bezeichnenden Gegenständen, Steinen, Pfählen, Hügeln, Grenzufern, Rinnen, Hecken und Zäunen; ferner alle Kulturgrenzen, Terrassen, Böschungen, sowie alle auf den Grundstücken vorhandenen baulichen und sonstigen Anlagen jeder Art; endlich auch etwa vorkommende Landesgrenzen, sowie diejenigen von Provinzen, Regierungs-, Kreis- und Gemeindebezirken.

2. Bestehende Eisenbahnen, Chausseen, Kommunal-, Feld- oder Bewirtschaftungswege, in Waldungen die Jagdwege, Gestelle oder Schneusen, Holzabfuhrwege etc.

Hierbei sind aufser den Grenzen der bezeichneten Anlagen auch die Planums- und Böschungskanten, Gräben, Umzäunungen, Schutzwehren, Futtermauern, die Kilometersteine oder Pfähle, Barrièren, Wegweiser, Warnungstafeln, bei Eisenbahnen insbesondere noch die Gleisanlagen, optische Signale, Wärterbuden, alle Bauwerke etc. mit aufzunehmen.

3. Seen, Flüsse, Kanäle, Bäche, Ent- und Bewässerungsgräben und alle anderen Wasserläufe, ferner deren Uferböschungen und etwa vorhandene Bekleidungen, sodann Wehre, Schleusen, Furten, Dämme, Deiche und deren Kronen, ferner die Grenzen des Inundationsgebietes der Flüsse, alle Sümpfe, Teiche, Moore etc.

4. Gebäude aller Art mit etwa vorhandenen Auffahrtsrampen, Freitreppen, Podesten, alle Mauern, Einfriedigungen, Brunnen, Brücken, Durchlässe, Stege, unterirdische Kanäle etc. etc., überhaupt alle bemerkenswerten Gegenstände und Anlagen jedweder Art, welche für die getreue Darstellung der Örtlichkeit notwendig oder für Zwecke der Bahnanlage, sowie für die Beurteilung des Wertes der betreffenden Grundstücke wichtig erscheinen.

Die Aufnahme wird zweckmäfsig mit einem sogenannten Grenzbegang eingeleitet, bei welchem insbesondere die Grenzen der Grundstücke und deren Eigentümer erkundet werden. Zu diesem Begange sind durch Vermittelung der Ortsbehörden die beteiligten Eigentümer einzuladen und falls diese die Teilnahme ablehnen, ortskundige Anweiser (Feldanzeiger) hinzuzuziehen.

Es empfiehlt sich, Kopien vorhandener Karten, wie Katasterpläne, Separations-, Gemarkungs- oder Gutskarten bei dem Grenzbegange mitzuführen, um die Orientierung zu erleichtern und zudem für die projektierte Anlage wichtige Daten über Bewirtschaftung der Grundstücke, Wege, Vorflut- und Bonitätsverhältnisse, zu deren sicherer Ermittelung der Grenzbegang die beste Gelegenheit bietet, sofort an entsprechender Stelle zu vermerken.

Stehen Kopien vorhandener Kartenwerke nicht zu Gebote, so ist anzuraten, über Form und Lage der aufzunehmenden Grundstücke während des Beganges oberflächliche Skizzen zu führen und in diese die nötigen Angaben einzutragen.

b. Allgemeine Anordnung der Aufnahme. Die so vorbereitete Stückvermessung ist im allgemeinen auf die Mittellinie, bei Kurven auf die Tangenten der projektierten Bahn zu gründen. Da, wo die aufzunehmende Fläche von mäfsiger Ausdehnung ist, werden zu beiden Seiten der Bahnachse Hauptmessungslinien abgesteckt und deren Lage durch rechtwinklige Koordinaten oder ausnahmsweise auch durch den Bogenschnitt mehrerer gemessener Linien von der Bahnachse aus bestimmt. Bei gröfserer Ausdehnung der aufzunehmenden Fläche gibt dieses Verfahren hinsichtlich der Genauigkeit nicht mehr die genügende Sicherheit; es werden dann Polygonzüge gelegt.

Die Hauptmessungslinien sowohl, wie die Polygonseiten sind, da dieselben für die Aufnahme gewissermafsen den festen Rahmen abgeben sollen, den Umringungsgrenzen der aufzunehmenden Fläche möglichst nahe zu bringen und gegen die Bahnachse durch wiederholte Kontrolmessungen mit voller Sicherheit festzulegen.

Behufs Aufnahme der Specialien sind zwischen den abgesteckten Hauptmessungslinien oder den Polygonseiten und der Bahnachse nach Bedürfnis weitere Transversallinien in solcher Anzahl und Auswahl einzulegen, dafs von dem so gebildeten Liniennetz aus alle aufzunehmenden Punkte mittels kurzer Ordinaten oder durch unmittelbare Schnitte genau bestimmt werden können; als solche specielle Messungslinien können auch Grenz- oder Steinlinien, wenn dieselben hierzu günstig liegen, mit benutzt werden.

Soweit ausführbar sind alle Messungslinien stets ihrer ganzen Länge nach durchzumessen, einesteils um hierdurch weitere Kontrolen für die richtige Lage des ganzen Liniennetzes zu gewinnen, andernteils um die bei allen Längenmessungen auftretenden kleineren Differenzen angemessen verteilen zu können. Schneiden sich zwei oder mehrere Linien in einem Punkte, so ist derselbe in jeder der Linien einzumessen.

Um bei etwa erforderlichen Nach- oder Ergänzungsarbeiten die Messungslinien sofort leicht und sicher wieder herstellen zu können, ist es ratsam, dieselben durch Pfähle zu bezeichnen, wobei besonders die Schnittpunkte der Linien zu berücksichtigen sind.

Als Muster einer Aufnahme innerhalb beschränkter Ausdehnungsgrenzen geben wir in Taf. VI ein alle Messungszahlen und Details enthaltendes Handrifsblatt, welches Einrichtung und Methode der Aufmessung veranschaulicht und weitere Erläuterungen überflüssig macht.

c. Aufnahme unter Zugrundelegung eines Polygonzugs. Die Absteckung eines Polygonzugs wird, wie bereits erwähnt, vornehmlich da notwendig, wo die aufzunehmende Fläche, infolge bedeutender Ausdehnung der projektierten Bahnanlage, einen grofsen Umfang hat, oder wo nachträgliche Verschiebungen der Bahnlinie in Aussicht stehen, doch können besondere örtliche Verhältnisse, wie dicht bebaute Ortschaften, Waldungen, unpassierbare Sümpfe, Seen etc. schon innerhalb beschränkter Ausdehnungsgrenzen die Tracierung eines Polygons notwendig machen. Im allgemeinen wird man indes

eine einfacher angelegte Messung vorziehen, soweit dieselbe hinreichend sichere Resultate gewährt.

Erscheint jedoch unter gegebenen Umständen die Legung von Polygonzügen zweckdienlich, so ist bei Absteckung derselben Folgendes zu beachten:

1. Die Züge müssen von der Bahnachse ausgehen und in derselben wieder endigen, aufserdem aber, besonders bei grofser Längenausdehnung des Polygons mit möglichst vielen Punkten der Bahnlinie in Anschlufs gebracht werden.
2. Die Polygonseiten sind möglichst lang zu wählen und vermeide man, auf lange Seiten beträchtlich kürzere folgen zu lassen.

Um die Lage der Züge möglichst zu fixieren, wähle man als Polygonpunkte thunlichst Grenzsteine und andere Festpunkte; wo dies nicht ausführbar, empfiehlt es sich, die Punkte mit kräftigen Pfählen (etwa 0,5 m lang, 75—100 mm stark) zu bezeichnen und zwar an solchen Stellen, wo dieselben vor Zerstörung geschützt sind.

Die Polygoneckpunkte werden gewöhnlich in direkter Reihenfolge, vom Ausgangspunkte beginnend, mit Nummern bezeichnet und die dieselben markierenden Steine und Pfähle auf der Mitte des Kopfes mit einem Loche versehen.

Die Länge einer jeden Polygonseite ist doppelt und zwar zweckmäfsig in entgegengesetzten Richtungen zu messen. Die Ergebnisse der beiden Messungen sind noch annehmbar, wenn solche auf ebenem und wenig coupiertem Terrain bis auf $\frac{2}{1000}$ und auf bergigem, sehr unebenem und coupiertem Terrain bis auf $\frac{3}{1000}$ der Länge übereinstimmen.[62]) Im allgemeinen wird man jedoch eine bedeutend günstigere Übereinstimmung erwarten und verlangen dürfen. Bei gröfseren Abweichungen sind örtliche Nachmessungen erforderlich. Als Länge der Seiten ist das arithmetische Mittel aus beiden in genügender Übereinstimmung stehenden Messungen anzunehmen und bei Berechnungen zu benutzen.

Die Bestimmung der Winkel eines Polygonzuges kann in der dem Zwecke entsprechenden Genauigkeit nur mittels des Theodoliten oder eines anderen geeigneten Winkelinstruments erfolgen. In jedem Polygone sind alle Winkel, insbesondere auch die durch Anschlufs der Seiten desselben an die Bahnachse gebildeten, doppelt zu messen und zwar unter Versetzung des Teilkreises und geänderter Lage des Fernrohrs. Treffen mehrere Seiten in einem Punkte zusammen, so sind alle, den Horizont bildenden Winkel zu messen, damit dieselben im Kreise zusammengestellt und berichtigt werden können

---

[62]) Der hier angegebene Grad der Genauigkeit wird in dem preufsischen Feldmesser-Reglement vom 2. März 1871 verlangt. Die Anweisung zur Stückvermessung der Liegenschaften des Grofsherzogtums Baden gestattet bei Vergleichung abgesetzter und durchlaufender Messungen derselben Linie folgende Grenzfehler:

Länge der Linie	Zulässiger Grenzfehler im Gebirge	in der Ebene
30 m	0,5%	0,4%
60 m	0,4%	0,3%
150 m	0,25%	0,17%
300 m	0,2%	0,12%.

Die württembergische Anweisung gestattet bei Prüfung von Längen, welche bei der Aufnahme selbst gemessen worden sind, oder aus solchen berechnet werden können:

0,1% der gemessenen Länge auf ziemlich ebenem Boden mit Steigung unter 2%,
0,2% bei Steigung von 2—7%,
0,3% bei noch gröfseren Steigungen.

Nach Jordan sind die bei Vergleichung gleichartiger Messungen unter sich zu Tage tretenden mittleren Fehler streng genommen der Quadratwurzel der Länge proportional. Der mittlere Fehler beträgt für 100 m Entfernung bei Messung mit Mefsstangen etwa 3 cm, mit Stahlband etwa 6 cm und mit Mefskette etwa 10 cm.

Zur Aufzeichnung der Resultate der Winkelmessungen empfiehlt sich das nachfolgende Formular als zweckmäfsig:

Winkel-Beobachtungen.

zu dem Polygon bei der Stadt *N.* von Station 125 bis Station 132.

Standpunkt der Beobachtung No.	Bezeichnung des beobachteten Punktes No.	Winkel-Beobachtungen																Beobachtete Winkel			Gemittelt. resp. festgestellter Winkel			Bemerkungen.
		Erste								Zweite														
		Nonius I			Nonius II		Mittel			Nonius I			Nonius II		Mittel									
		Grad	Min.	Sek.	Min.	Sek.	Grad	Min.	Sek.	Grad	Min.	Sek.	Min.	Sek.	Grad	Min.	Sek.	Grad	Min.	Sek.	Grad	Min.	Sek.	
	7 Bahnwinkelpunkt No. IX	92	40	20	40	20	92	40	20	98	41	20	41	20	98	41	20							7 2
1 Bahnstation No. 125																		68	28	10				
																					68	28	25	
																		68	28	40				1
	2	161	8	20	8	30	161	8	25	167	10	00	10	00	167	10	00							

Von der Lage der Polygonzüge und deren Anschlufs an die Bahnmittellinie ist es ratsam eine Skizze anzufertigen, in welche neben der Bahnachse und deren Stationen alle Polygonpunkte mit ihren Nummern und sofern thunlich auch die festgestellten Seiten und Winkelgröfsen eingetragen werden.

d. Aufnahme der Specialien. Betreffs dieser glauben wir im wesentlichen auf die, eine solche Aufmessung zur Darstellung bringende Taf. VI verweisen zu dürfen; es erübrigt daher nur auf einzelne allgemeine Regeln und praktische Erfahrungen hinzuweisen.

Vor allem ist hier eine zweckmäfsige Anordnung derjenigen Messungslinien zu erstreben, von welcher aus die Aufnahme der Details, möglichst mittels kurzer Ordinaten oder direkter Schnitte, erfolgen soll.

Im Anschlufs an das hierüber bereits unter b. Gesagte mufs noch erwähnt werden, dafs längere Perpendikel thunlichst zu vermeiden sind, da bei Absetzung derselben leicht kleine Abschwenkungen eintreten, welche die Richtigkeit der Messung beeinträchtigen; wo dieselben ausnahmsweise nicht zu umgehen sind, ist bei gröfserer Länge, höchstens 40 m, deren Lage stets durch eine besondere Kontrolmessung zu sichern.

Alle Grenzlinien, welche die Bahnachse schneiden, müssen in die Stationierung letzterer eingemessen werden, Gebäude und andere wichtige Objekte sind, sofern sie in unmittelbarer Nähe der Bahn liegen, thunlichst von der Mittellinie aus mittels Perpendikel aufzunehmen, um so die direkten Abstände, deren Kenntnis bei Ausarbeitung des Specialprojekts wichtig ist, leicht und sicher angeben zu können.

Bezüglich des Einmessens der Grenzlinien ist noch zu erwähnen, dafs der Bestimmung der Schnittpunkte derselben mit der Bahnachse oder den Messungslinien stets eine genaue Ausrichtung der Grenzlinien von Stein zu Stein vorhergehen mufs, und es nicht als genügend angesehen werden darf, beispielsweise bei Ackerflächen, die durch die Beackerung (Pflugschar) angegebenen Grenzfurchen einzumessen, da erfahrungsmäfsig letztere nur selten genau mit der Fluchtlinie zwischen den Marksteinen zusammenfallen. Sind Grenzlinien zweifelhaft oder streitig und kann eine zuverlässige Vermarkung derselben seitens der Interessenten nicht veranlafst werden, so sind die Gebrauchsgrenzen

unter entsprechender Notiz aufzunehmen. Um für die Flächenberechnung sichere Unterlagen zu gewinnen, sind die Breiten (Köpfe) jeder einzelnen Parzelle besonders zu messen, ebenso müssen bei Gewannegrenzen und Steinlinien alle auf dieselben stofsenden Eigentums- und Kulturgrenzen so eingemessen werden, dafs danach die Kopfbreiten sich feststellen lassen.

Bei Aufmessung der Grenzlinien ist darauf zu achten, dafs jede gerade Linie mindestens durch 3 Punkte, also stets mit Kontrole festgelegt wird.

Alle Messungs- und andere grade Linien werden durchlaufend gemessen; sind gekrümmte Linien aufzunehmen, wie dieselben bei Wegen, Bächen u. a. vorkommen, so behandele man dieselben als gebrochene Linien, nehme aber die Brechpunkte so zahlreich, dafs die Krümmung richtig dargestellt werden kann.

Zur Ausführung der Messung sind Instrumente erforderlich, welche zum Absetzen rechter Winkel dienen, wie Winkelspiegel, Winkeltrommel, Prismen etc.; aufserdem Mefslatten, Stahlbänder etc. Besonders vor Beginn einer jeden Aufnahme und in geeigneten Zwischenräumen während derselben sind diese Instrumente und Mefsgeräte einer genauen Prüfung und eventuellen Berichtigung zu unterziehen.

e. Führung der Feldhandrisse. Die Ergebnisse der Stückvermessung werden in Feldhandrisse (Feldmanuale, Feldbrouillons) eingetragen, deren Einrichtung und Führung eine erhöhte Sorgfalt erheischt. Zu diesen Feldhandrissen verwende man gutes, starkes Papier von nicht zu kleinem Format. Die Anfertigung derselben, welche durch die oben empfohlenen Notizen resp. Skizzen des Grenzbeganges wesentlich erleichtert wird, geschieht auf dem Felde meistens mit Bleistift. Eine Fixierung der Eintragungen namentlich der Originalmessungszahlen ist jedoch, besonders in Rücksicht auf spätere Wiederherstellung der Grenzen, nach Vollendung des Baues von der gröfsten Wichtigkeit. Es ist deshalb sehr ratsam, sämtliche Zahlen bei oder nach der Messung mit Tinte oder Tusche nachzuziehen. Auch empfiehlt es sich, die Messungslinien rot zu punktieren, die Polygonseiten eventuell blau auszuziehen. Alle Aufzeichnungen müssen so deutlich und korrekt erfolgen, dafs danach die Kartierung der Vermessung sicher und ohne Nachfrage durch jeden Sachverständigen bewirkt werden kann. Auf die Durchführung dieser Mafsregeln ist streng zu halten. Ferner sollen diese Handrisse eine der Wirklichkeit möglichst ähnliche Form erhalten. Zu dem Zwecke empfiehlt es sich, mit Hülfe eines Mafsstablineals die Bahnachse und Hauptmessunglinien in zweckensprechendem Mafstabe annähernd genau aufzutragen, wodurch die richtige Eintragung der Details bedeutend erleichtert wird. Liegt ein Polygonzug vor, so trage man denselben mittels des Transporteurs in entsprechender Weise auf den Handrifsblättern auf. Die Messungslinien werden punktiert. Die Zahlen sind in der Richtung, in welcher die Messung erfolgt und rechtwinklig zu derselben, neben die Abscissenachse resp. die Ordinaten und anderen Linien zu schreiben. Das die ganze Länge einer Linie bezeichnende Mafs wird doppelt, die den Einbindepunkten angehörige Länge der seitlich abgehenden Linien einfach unterstrichen.

Bezüglich der Einzeichnung der Einzelheiten verweisen wir auf Taf. VI und auf die obige Aufführung der einzelnen Gegenstände, es sei nur auf einiges noch besonders aufmerksam gemacht.

In die Handrisse sind einzutragen:

Für jedes einzelne Grundstück der Vor- und Zuname und Wohnort des Eigentümers, sowie die Kulturart, die Namen der Ortschaften und einzeln gelegenen Höfe, oder die Bezeichnung etwaiger gewerblicher Anlagen; alle Wege mit ihren lokalen Be-

nennungen und mit Angabe ihres Zweckes und Charakters (ob Chausseen, Kommunal-, Feld-, Fufs- oder Triftwege etc.), ferner Flüsse, Bäche, Gräben etc., mit deren Benennungen, bei Gräben aufserdem noch deren besondere Bestimmung, ob Ent- oder Bewässerungs- oder trockene Grenzgräben; die Richtung des Wasserlaufs ist mit einem Pfeile anzugeben.

Zur Bezeichnung der Kulturarten in den einzelnen Grundstücken können füglich Abkürzungen oder Normalzeichen benutzt werden, wie Taf. VI solche angibt.

Bei Gebäuden ist die Benutzungsart, ob Wohnhaus, Scheune, Stallung, Lagerraum etc. einzutragen, auch sind hier kurze Notizen über die Bauart, ob massiv, aus Bruchstein oder Ziegelstein, Lehmfachwerk, offene Halle und die Art der Bedachung erwünscht.

Sind mehrere aneinander grenzende Grundstücke desselben Besitzers zu klein, um den Namen des Eigentümers in jedes einzeln einschreiben zu können, so wird die Zusammengehörigkeit derselben durch Pfeile oder Häkchen ($\nearrow$) bezeichnet; ebenso wenn Wege, Gräben, Mauern etc. ganz oder teilweise zu den angrenzenden Grundstücken gehören.

2. Anfertigung der Grunderwerbskarten.

a. Berechnung der Polygonzüge. Es ist hierbei zuerst die Berechnung der Koordinaten für die Bahnlinie und die Polygonzüge zu erörtern, da diese, wie für die Aufnahme, so auch für die Kartierung die Grundlage abgeben.

Dabei erscheint es nicht überflüssig zu bemerken, dafs die Kartierung von Polygonzügen, seien dieselben nun geschlossen oder nicht, auf graphischem Wege, mittels des Transporteurs, wegen unzureichender Genauigkeit durchaus zu verwerfen ist. Dieselbe darf vielmehr nur auf Grund einer zusammenhängenden und genügend kontrolierten Koordinatenberechnung erfolgen. Wenngleich die Kenntnis dieser letzteren im allgemeinen vorausgesetzt wird, so soll doch Gang und Ausführung einer solchen Berechnung unter Bezugnahme auf Fig. 51, S. 198 hier kurz erläutert werden.

Die gemessenen resp. festgestellten Winkel werden im Polygon zusammengestellt und eine Abweichung der Winkelsumme von dem Sollbetrage $(n-2)\,2\,R$ auf die einzelnen Polygonwinkel gleichmäfsig verteilt. Diese Abweichung darf jedoch für die einzelnen Polygonwinkel in der Regel nicht mehr als $^1/_2$ bis 1 Minute[68]) betragen und nur unter besonders ungünstigen örtlichen Verhältnissen ist eine Abweichung bis zu $1^1/_2$ Min. für einen der Winkel oder $n \cdot 1^1/_2$ Min. für deren Summe gestattet. Ergeben sich gröfsere Differenzen, so ist eine Wiederholung der Winkelmessung erforderlich. Nachdem die Polygonwinkel berichtigt sind, wird die Abscissenachse, auf welche die Koordinaten des Polygons zu beziehen sind, gewählt. Bei allen für Bahnzwecke gelegten Polygonzügen benutze man als Koordinatenachse vornehmlich die Bahnmittellinie und nur wenn diese noch nicht festgestellt ist oder sonst ungeeignet erscheint, wähle man eine andere günstig gelegene und möglichst lange Seite des Polygons.

Ein Anschlufs der Stückvermessung an den Meridian, wie dieselbe bei ähnlichen gröfseren Arbeiten vorgeschrieben oder doch ratsam ist, kann im allgemeinen unterbleiben.

Unter Zugrundelegung der so berichtigten Winkel bestimmt man die Neigung der einzelnen Polygonseiten gegen die Abscissenachse nach folgender Regel:

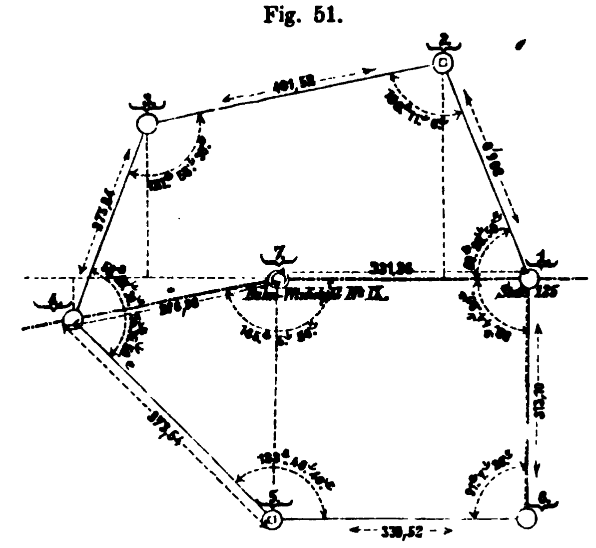
Zu dem Neigungswinkel der ersten Seite (1—2 der Fig. 51) addiere man den Polygonwinkel bei 2 und ziehe von der Summe $2\,R = 180°$ ab, so ergibt sich der

[68]) Bei Centesimalteilung 1—2 Minuten.



Neigungswinkel der Seite 2—3. Zu diesem Neigungswinkel wird der Polygonwinkel bei 3 addiert und von der Summe $2R$ abgezogen, so erfolgt der Neigungswinkel der Seite 3—4 u. s. f. Durch die Fortsetzung dieses Verfahrens ergeben sich die Neigungswinkel aller Seiten gegen die Abscissenlinie. Sodann erfolgt die Berechnung der Ordinaten und Abscissenlängen, indem die anliegende Seite (a) mit dem Sinus oder Kosinus des Neigungswinkels (α) derselben multipliziert wird. Diese Längen sind teils positiv, teils negativ, je nachdem man durch die Gröfse des Neigungswinkels derselben seine Lage in einem der 4 Quadranten bestimmt erhält. Zur Berechnung der einzelnen Stücke bedient man sich neben Logarithmen auch zweckmäfsig besonderer Koordinatentafeln, welche bei genügender Genauigkeit eine wesentliche Vereinfachung der Rechnung ergeben.

Fig. 51.



In jedem geschlossenen Polygone mufs die Summe der Ordinaten, sowie die Summe der Abscissen = Null sein. Die Differenz wird auf sämtliche Ordinaten bezw. Abscissen im Verhältnis ihrer Länge verteilt. In der Regel darf diese Abweichung $\frac{1}{500}$ der Summe der berechneten positiven und negativen Längen nicht übersteigen; beträgt dieselbe mehr als $\frac{1}{400}$, so sind nachträgliche Ermittelungen notwendig.

Wir lassen auf folgender Seite die Koordinatenberechnung eines geschlossenen Polygonzuges, zu welchem Fig. 51 als Skizze dient, folgen.

b. Kartierung. Das Format der Grunderwerbskarten ist — wie dies bei allen gröfseren Kartenwerken geschieht — möglichst gleichmäfsig zu halten; dasselbe bleibt abhängig von Umfang und Form des auf einem Blatte Darzustellenden und von der Art und Weise, in welcher die Darstellung erfolgen soll.

Als Länge je eines Kartenblattes wird jedoch die Länge eines Bogens Grofsadler Papier (Whatmann = etwa 98 cm) nicht zu überschreiten sein. Ein Unterkleben des Papiers mit Leinwand erscheint nicht notwendig, dagegen ist es ratsam, dasselbe an den Rändern mit einem Leinwandbande zu bekleben oder zu umnähen.

Der Mafsstab, in welchem die Kartierung erfolgen soll, ist so zu wählen, dafs in demselben alle Einzelheiten klar und deutlich dargestellt werden können und die Flächenberechnung, auch der kleineren Parzellen, noch mit genügender Genauigkeit bewirkt werden kann.

Im allgemeinen werden die Mafsstäbe 1:1000 oder 1:1250 beiden Zwecken Genüge leisten; nur da wo eine starke Parzellierung vorherrschend ist, die einzelnen Eigentumsstücke also nur eine geringe Gröfse haben, (durchschnittlich etwa nur 10 Ar) wie bei Weinbergen, Gartenländereien, bei Städten, geschlossenen Dorflagen oder Häuserkomplexen, wird es notwendig, die Darstellung in gröfserem Mafsstab, etwa 1:500 oder 1:625 zu geben. Andererseits kann bei ganz grofsen, durch Wege, Gräben etc. nur wenig unterbrochenen Acker- oder Waldparzellen, Haiden, Sümpfen, Seen u. a. m. die Kartierung ausnahmsweise auch in kleinerem Mafsstabe bis 1:2500 erfolgen. Die An-

Südwestbahn.

Koordinaten-Berechnung

zu dem Polygon bei der Stadt *N.* zwischen Station 125 bis Station 132. (Siehe Fig. 51, S. 198.)

Abscissenachse = Seite 1—7 = Stat. 125 bis W. P. IX der Bahnlinie.

Bezeichnung des Punktes.	Gemessene resp. gemittelte Winkel			Durch Zusammenstellung im Polygonzuge verbesserte Winkel			Der Polygonseiten					Berechnung der Koordinaten-Unterschiede		Ergebnis				Koordinaten		für Punkt	Bemerkungen.
							Bezeichnung.	Länge (a)	Neigung gegen die Abscissenachse (α)			Ordinate	Abscisse	Ordinaten		Abscissen		Ordinaten	Abscissen		
	Grad	Min.	Sek.	Grad	Min.	Sek.			Grad	Min.	Sek.	(a . sin α)	(a . cos α)	+	—	+	—	m	m		
1 = Stat. 125	68	28	+25 25	68	28	50	1—2	306,00	68	28	50	log 2,48572 „ 9,96862 2,45434	log 2,48572 „ 9,56445 2,05017	284,67	—	112,25 +0,02	—	+284,67	+112,27	2	
2	100	10	+20 40	100	11	00	2—3	401,52	348	39	50	log 2,60371 „ 9,29350 1,89721	log 2,60371 „ 9,99144 2,59515	—	78,93	393,69 +0,06	—	+205,74	+506,02	3	
3	121	58	+20 10	121	58	30	3—4	275,84	290	38	20	log 2,44066 „ 9,97119 2,41185	log 2,44066 „ 9,54713 1,98779	—	258,14	97,23 +0,02	—	— 52,40	+603,27	4	
4	114	43	+20 00	114	43	20	4—5	373,54	225	21	40	log 2,57234 „ 9,85220 2,42454	log 2,57234 „ 9,84673 2,41907	—	265,80	—	262,46 +0,04	—318,20	+340,85	5	
5	133	46	+20 20	133	46	40	5—6	339,52	179	8	20	log 2,53087 „ 8,17692 0,70779	log 2,53087 „ 9,99995 2,53082	5,10	—	—	339,48 +0,06	—313,1	+ 1,43	6	
6	91	7	+20 00	91	7	20	6—1	313,10	90	15	40	log 2,49568 „ 9,99999 2,49567	log 2,49568 „ 7,65870 0,15438	313,10	—	—	1,43	0,0	0,0	1	
1	89	44	+20 00	89	44	20	1—7	331,36	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—	331,36	7	
	719	57	35	720	0	0								+602,87	—602,87	+603,17	—603,37				
Soll-	720	0	0											—602,87	—	—603,37	—				
Abweichung	0	2	25									Abweichung . .		0,0	—	— 0,20	—				
												Verbesserung für die Einheit		—	—	—	0,00016				

wendung eines noch kleineren Mafsstabes ist jedoch schon in Rücksicht auf den für die Situationspläne vorgeschriebenen Mafsstab zu vermeiden.

Die Einteilung der Kartenblätter mufs in Anschlufs an die politische Einteilung nach Bürgermeistereien, Ämtern, Gemeinden, Gemarkungen oder Gutsbezirken in der Weise stattfinden, dafs die innerhalb je eines der genannten Bezirke von der Bahnanlage berührten Flächen auf einem oder mehreren Blättern in sich abgeschlossen zur Darstellung gelangen. Diese Mafsregel wird durch die Eingangs erwähnten gesetzlichen Bestimmungen über das Enteignungsverfahren und die fast überall vorgeschriebene Auflegung der Bahnprojekte in den Amtslokalen der zuständigen Behörden bedingt; ein Abweichen davon ist deshalb nur unter ganz besonderen zu anderweiter Trennung oder Vereinigung zwingenden Verhältnissen gestattet. Sind für die Darstellung der in einer Gemarkung berührten Flächen mehrere Blätter erforderlich, so wähle man als Blattabschlufs womöglich Parzellengrenzen oder Wege, Bäche etc. Statt dessen eine die Parzellen schneidende Normale zur Bahnachse zu wählen, ist unzweckmäfsig.

Zur leichteren Orientierung und zum Vergleich der Blattabschlüsse ist jedoch auf jedem Blatte über die gewählten Grenzen hinaus beiderseits von den benachbarten Blättern ein Teil von etwa 50 m Länge darzustellen, jedoch nicht zu kolorieren, sondern nur in schwarz auszuzeichnen.

Bei der Kartierung ist die Bahnmittellinie stets so zu orientieren, dafs die Stationen von links nach rechts fortschreiten. Zunächst werden die Hauptmessungslinien, sodann die speciellen und Transversallinien aufgetragen und wird dabei ermittelt, ob das ganze Liniennetz in sich eine genügende Genauigkeit hat. Die sich ergebenden Differenzen zwischen der gemessenen und der auf dem Plane abgegriffenen Länge einer Messungslinie dürfen in der Regel die bei der Längenmessung der Polygonseiten gestatteten Abweichungen nicht übersteigen und werden, wenn nicht besondere Umstände ein anderes Verfahren empfehlen, nach Verhältnis der Länge der Linie auf die einzelnen Abscissenstücke derselben verteilt. Ist die Kartierung eines gröfseren Polygonzuges auszuführen, so konstruiere man zu dem Zwecke mit möglichster Genauigkeit über das ganze Kartenblatt vorerst ein Quadratnetz, dessen Seiten mit der Abscissenachse und den Ordinaten parallel liegen und eine der Gröfse des gewählten Mafsstabes entsprechende Länge (100—200 u. m. Meter) haben, nehme einen der Netzpunkte als Koordinatenanfangspunkt an und trage dann in den entsprechenden Quadraten die einzelnen Polygonpunkte auf. Jeden Polygonpunkt umgebe man mit einem kleinen Kreise etwa in Blau und schreibe die entsprechende Nummer desselben in gleicher Farbe daneben; die Polygonseiten werden dann fein in Blau ausgezogen. Die bei der Kartierung sich ergebenden Abweichungen und Zweifel trage man für jede Gemeinde gesondert zusammen, erläutere dieselben kurz und vermerke dabei später, in welcher Weise die Berichtigung oder Aufklärung erfolgt ist.

In Taf. VII geben wir eine vollständig ausgearbeitete Grunderwerbskarte, der wir noch folgende Erläuterungen zufügen: Lebende Hecken und Zäune aller Art sind in die Karten mit unterscheidender Signatur einzutragen. Sofern dieselben Eigentumsgrenzen bezeichnen, mufs aus der Einzeichnung ersichtlich werden, zu welchen Grundstücken dieselben ganz, zur Hälfte oder mit einzelnen Teilen gehören. Bei lebenden Hecken ist hierbei der Mutterstamm mafsgebend und mufs erforderlichen Falles die Breite des Heckenrechtes angegeben werden.

Die Parzellaraufnahme ist nicht immer weit genug ausgedehnt, um danach alle von der Bahnanlage berührten Parzellen und Nachbargrundstücke in ihrer ganzen Form

eintragen zu können. In solchen Fällen empfiehlt es sich zur besseren Übersichtlichkeit, nach vorhandenen Karten die Parzellen — zum Unterschiede jedoch nur mit punktierten Linien — zu ergänzen und womöglich in geschlossener Figur zur Darstellung zu bringen. In gleicher Weise sind auch die Wegeverbindungen, sowie etwaige Ent- und Bewässerungsgräben, wenn thunlich soweit einzutragen, dafs daraus die Zugänglichkeit der Grundstücke bezw. der Verlauf und die Speisung der Bewässerung sich erkennen läfst. Sehr zweckmäfsig ist es, in den Karten durch kleine, mit dunkler Sepia einzutragende Pfeile anzugeben, von welcher Seite aus die Zufuhr zu jedem einzelnen Grundstücke erfolgt, und bei Feldwegen eventuell durch entsprechende Erläuterung, in welcher Weise dieselben hauptsächlich benutzt werden. Bei Grundstücken, welche zwar einem Eigentümer gehören, aber aus verschiedenen Katasterparzellen bestehen, sind die Grenzen letzterer ebenfalls mit punktierten Linien einzutragen und die zugehörigen Nummern in dieselben einzuschreiben.

Die Kulturart der einzelnen Grundstücke ist auf Taf. VII durch charakteristische, den Grenzlinien entlang gezogene Farbenstreifen angegeben. Anstatt dieses Verfahrens ist es auch gebräuchlich und wird vielfach für zweckmäfsiger erachtet, die Kulturart in jede Parzelle besonders einzuschreiben, was eventuell mit Zuhülfenahme am Rande zu erklärender Abkürzungen und Zeichen geschehen kann.

Bei Eintragung der Namen und überhaupt aller Schrift ist zu beachten, dafs dieselbe von der Mittellinie möglichst weit abgerückt wird, damit die zur Bahnanlage voraussichtlich erforderliche Fläche davon frei bleibt.

c. Eintragung des Projekts. Diese Eintragung erfolgt bezüglich der Bahnbreiten nach der darüber aufgestellten Breitentabelle, bezüglich der Wege- und Bachverlegungen und aller besonderen Anlagen nach den darüber gefertigten Specialplänen.

Den Zahlen der Tabelle ist beiderseits noch ein Schutzstreifen von 0,5 bis 1 m Breite zuzusetzen. In Haiden und Waldungen gibt man demselben jedoch eine gröfsere, besonders festzusetzende Breite, um Schutz gegen Feuersgefahr und stürzende Bäume zu gewinnen. Bei Parallelwegen und anderen Nebenanlagen tritt der Schutzstreifen an die äufsere Kante der letzteren, kann unter Umständen auch stellenweise beschränkt werden oder ganz wegfallen.

Die solcherweise eingetragenen Grenzen können im allgemeinen nur als provisorische betrachtet werden, weil das ursprüngliche Projekt der Bahnanlage erfahrungsmäfsig während der Bauausführung noch mannigfachen Modifikationen unterworfen wird. Es empfiehlt sich daher diese provisorischen Grenzen in den Originalkarten nicht sofort auszuzeichnen, sondern vorerst nur mit Bleilinien einzutragen und diese mit kleinen Schraffierstrichen hervorzuheben. Erst nach Beendigung des Baues werden sodann die definitiv festgestellten Grenzen in die Originalkarten (rot) eingetragen, wodurch der Vorteil erzielt wird, dafs letztere bei der endgültigen Regelung des Grunderwerbs als definitive Parzellarkarten abermals benutzt werden können. Bei Wahl dieses Verfahrens ist es jedoch notwendig, sofort nach vollendeter Fertigstellung der Parzellarkarten, Kopien derselben, am besten durch Autographie herzustellen. Diese Kopien, in denen die Grenzen des Projekts nach Art der Taf. VII durch rote Linien und Farbenstreifen hervorzuheben sind, dienen sodann zu allen etwa erforderlichen Vorlagen bei Behörden, Auflegung auf Ämtern und allen anderen Zwecken, sind also in hinreichender Anzahl anzufertigen.

Bei den ausgearbeiteten Parzellarkarten wird es häufig als Mangel empfunden, dafs dieselben nicht erkennen lassen, in welcher Höhenlage die projektierte Bahn die dargestellten Flächen durchzieht, wie sich hiernach die Wegeübergänge gestalten und

dergl. mehr. Besonders bei den örtlichen Verhandlungen im Expropriationstermine und bei Auflegung der Bahnprojekte auf den Gemeindeämtern werden seitens der Grundeigentümer oder anderer Interessenten dahin gehende aufklärende Mitteilungen häufig mit Recht verlangt, und erscheint es daher wünschenswert, die für solche Zwecke bestimmten Exemplare der Parzellarkarten soweit zu vervollständigen, dafs danach — ohne auf andere Pläne zurückgreifen zu müssen — die gewünschten Aufklärungen gegeben werden können. Zu diesem Zwecke kann man die Auf- oder Abtragsböschungen durch Bergschraffur oder durch unterscheidende Farben hervorheben. Die zweckentsprechendste und vollständigste Übersicht dürfte indes durch das Längenprofil der Bahn gegeben werden, welches in der Weise, wie auf Taf. VII ober- oder unterhalb der Situation auf jedes Blatt zu zeichnen ist.

Schliefslich sei noch erwähnt, dafs man in einzelnen Fällen durch direkte Benutzung vorhandener Karten eine neue Aufnahme ersparen kann. Dieses Verfahren wird jedoch im allgemeinen nicht empfehlenswert sein, da die unerläfsliche Prüfung und Vervollständigung der zu benutzenden Pläne, sowie die zur richtigen Eintragung des Bahnprojekts etc. erforderlichen Messungen in den meisten Fällen soviel Zeit beanspruchen werden, dafs eine erhebliche Ersparnis sich nicht ergibt, während andererseits der Mangel eigener Aufnahmen, namentlich bei etwaigen Reklamationen der Interessenten, sich später doch fühlbar machen wird.

Wenn jedoch ausnahmsweise die Verwendung vorhandener Pläne zu Grunderwerbszwecken stattfindet, so ist dabei mit gröfster Vorsicht zu verfahren; vor allem ist durch Eintragen von wirklich und zwar in verschiedener Richtung gemessenen Längen der wahre gegenwärtige Mafsstab der Zeichnung genau festzustellen. Dabei wird es selten gelingen, und ist auch ohne Wert, die Bahnachse ohne Veränderung ihrer wahren Gestalt auf gröfsere Ausdehnung richtig in die Karten einzutragen. Es ist deshalb sorgfältig darauf zu achten, dafs innerhalb jeder einzelnen betroffenen Parzelle die Bahnanlagen so eingezeichnet werden, dafs danach die in Wirklichkeit abzugebenden Flächen mit Sicherheit bestimmt werden können.

Alle die Bahnmittellinie schneidenden Parzellengrenzen müssen in die Stationierung eingemessen werden und letztere ist dann hiernach unter entsprechender Verteilung sich etwa ergebender Differenzen in die Karten einzutragen.

3. Berechnung und Feststellung der zu erwerbenden Flächen.

Vor Beginn der Flächenberechnung sind die einzelnen Eigentums- und Katasterparzellen, auch die öffentlichen Wege, Bäche, Gräben etc., von denen eventuell Flächen zur Bahn oder deren Nebenanlagen abzugeben sind, nach Gemeinden abgeteilt in der Richtung der Bahnstationierung mit laufenden Nummern zu bezeichnen. Die Nummerierung wird mit blauen Zahlen in die Karten eingetragen. Sie beginnt mit jeder Gemarkung von neuem und ist möglichst so einzurichten, dafs die Nummern der zu einem Eigentum gehörigen Parzellen unmittelbar aufeinander folgen. Vergl. Taf. VII.

Von jeder so nummerierten Parzelle sind sodann unter Trennung der einzelnen Kulturarten folgende Teile für sich gesondert zu berechnen:

1. das zum Bahnkörper Erforderliche;
2. das zu Nebenanlagen Erforderliche (event. getrennt nach den einzelnen Zwecken);
3. überbleibende Trennstücke, gleichviel von welcher Gröfse, und zwar:
    a. rechts der Bahn,
    b. links der Bahn;



4. eventuell das zu Schutzstreifen (im Walde) Erforderliche;
5. das ganze Stück (zur Kontrole durch Vergleich mit der Summe der Teile).

Die genaue Kenntnis dieser einzelnen Teile ist für die Grunderwerbsverhandlungen unerläfslich.

Die Berechnung geschieht, soweit nicht die auf dem Felde gemessenen Originalzahlen direkt benutzt werden können, bei gröfseren Eigentumskomplexen (Waldungen etc.) nach den Zahlen der Breitentabelle, im übrigen auf der Karte durch Zerlegung oder Verwandlung (siehe oben § 16) in Vierecke oder Dreiecke.

Bei solchen Grundstücken, welche im Vergleich zu ihrer Länge nur eine geringe Breite haben, ist letztere womöglich mit der durch direkte Messung festgestellten Gröfse (Kopfbreite) in die Rechnung einzuführen derart, dafs die Breiten als Grundlinien von Dreiecken dienen, deren Höhen in der Längsrichtung des Grundstücks liegen und auf der Karte abgegriffen werden. Anderenfalls ist man bei einer geringen Differenz in der Breite, wegen der Multiplikation mit dem gröfseren Faktor, einem verhältnismäfsig grofsen Fehler ausgesetzt. Ebenso müssen bei Parallelwegen oder anderen regelmäfsig gestalteten Nebenanlagen die Breitenzahlen derselben bei der Berechnung benutzt werden. In manchen Fällen, namentlich bei vielen kleinen Parzellen, empfiehlt es sich, zur Kontrole nachträglich je eine gröfsere Zahl derselben (10 bis 15) nochmals in einer Gruppe zusammen zu berechnen. Bei solchen Gruppenberechnungen, sowie auch bei Einzelberechnungen gröfserer unregelmäfsig gestalteter Figuren, kann man zweckmäfsig Planimeter, besonders den Amsler'schen Polarplanimeter verwenden, welcher bei einiger Übung und Sorgfalt ein rasches Arbeiten und ausreichende Genauigkeit gestattet.

Die Einzelberechnungen sind stets mindestens zweimal und zwar ganz unabhängig von einander auszuführen. Die bezüglichen Ergebnisse sind in getrennte Hefte einzutragen. Erst nach Abschlufs der Einzelberechnungen für eine Gemarkung werden die Resultate des einen Heftes in das andere mit übertragen, und aus beiden Berechnungen das endgültige Resultat ermittelt.

Südwestbahn.

1te (2te) Berechnung

der in der Gemarkung *N.*, Amt *N.* zu erwerbenden Flächen.

Laufende resp. No. der Grunderwerbskarte.	Liegt zwischen den Stationen		Kataster-Bezeichnung. Nummer der		Kulturart.	Die Flächen finden Verwendung als	1te Berechnung (2te)		Flächeninhalt nach der 1ten (2ten) Berechnung		2ten (1ten) Berechnung		Mittel aus den Berechnungen		Festgestellter in das Grunderwerbsverzeichnis zu übertragender Inhalt			Bemerkungen.
	von	bis	Flur (Blatt)	Parzelle			Faktoren.	Produkte.	Ar.	qm	Ar.	qm	Ar.	qm	Hekt.	Ar.	qm	
21	116	116,5	6	262	Ackerland	Planum	$\frac{46,3 \times 25,7}{2}$	594,90	5	95	5	92	5	93	—	5	93	Nach der Zeichnung.
						Rampe	$\frac{29,2 \times 1,9}{2}$	27,74	0	28	0	26	0	27	—	0	27	
						Ausschachtung	$\frac{26,7 \times 10,5}{2}$	140,17	1	40	1	38	1	39	—	1	39	
					Garten	Planum	$\frac{20,2 \times 14,4}{2}$	145,44	1	45	1	46	1	45	—	1	45	
									9	08								
			6	262	Ackerland u. Garten	Im ganzen	$\frac{54,1 \times 33,7}{2}$	911,59	9	12	9	17	9	15	—	9	15	

Für diese Berechnungshefte empfehlen wir das vorstehende Formular. — Zur Beurteilung des Wertes der gefundenen Resultate ist es zweckmäfsig, bei den einzelnen Berechnungen durch besondere Zeichen oder kurzen Vermerk anzugeben, ob nach Original-

zahlen oder nach der Zeichnung gerechnet worden ist. Diese Umstände, sowie ferner der Mafsstab der Karten, sind bei der Ermittelung der wahrscheinlichen Gröfse aus den beiden Rechnungsresultaten und bei der Beurteilung der zulässigen Differenzen zwischen den letzteren in Betracht zu ziehen. Sind die Resultate aus Karten, im Mafsstabe von 1:1000 (—1:1250) genommen, so können die folgenden Differenzen (im Verhältnis zur Flächengröfse) zugelassen werden:

Bei einer Grundstückgröfse von

0 bis 50 qm	bis zu $\frac{1}{50}$		300 bis 600 qm	bis zu $\frac{1}{200}$
50 „ 100 „	„ „ $\frac{1}{100}$		600 „ 1000 „	„ „ $\frac{1}{250}$
100 „ 300 „	„ „ $\frac{1}{150}$		1000 „ 2000 „	„ „ $\frac{1}{300}$

und bei gröfseren Parzellen auf je 1000 qm etwa 2 qm mehr.[64])

Bei Berechnung nach Karten, welche in kleinerem Mafsstab (bis etwa 1:2500) gezeichnet waren, sind gröfsere Abweichungen etwa bis $\frac{1}{200}$ zu gestatten.

Bei Berechnung der Flächen aus den Originalmessungszahlen mufs dagegen eine wesentlich gröfsere Übereinstimmung als die eben erwähnte verlangt werden.

Ergibt sich bei der Vergleichung zwischen den verschiedenen Berechnungen eine genügende Übereinstimmung, so ist das arithmetische Mittel der Rechnungsergebnisse als der endgültig festgestellte Inhalt anzusehen. In den Fällen, wo die erste Berechnung unter Zugrundelegung der Karte erfolgt, während die Elemente der zweiten aus Originalmessungskarten hergeleitet wurden, ist von einer arithmetischen Mittelung der Resultate abzusehen und sind die der zweiten Berechnung entstammenden Inhalte als die richtigeren zu betrachten und daher unverändert zu übernehmen. Bei Gruppenberechnungen darf der Inhalt der ganzen Parzellengruppe von der Summe der Inhalte der einzelnen Parzellen höchstens um etwa $\frac{1}{200}$ abweichen und sind gröfsere Differenzen durch Nachrechnung aufzuklären. Wenn Parzellen ganz zu erwerben sind, so empfiehlt es sich, den nach der Berechnung festgestellten Inhalt derselben noch mit dem in den Katasterakten, Grundbüchern oder anderen Besitzurkunden angegebenen Inhalte besonders zu vergleichen. Ergeben sich hierbei gröfsere Abweichungen, so sind die Unterlagen der Rechnung nochmals zu prüfen und die Ursachen der Abweichung klar zu stellen. Diese Prüfung hat sich auch auf die Aufnahme zu erstrecken und wird man bei beträchtlichen Abweichungen gut thun, unter Zuziehung der Grundeigentümer eine besondere Aufnahme der in Frage stehenden Flächen auszuführen, um bei etwaigen späteren Reklamationen durchaus zuverlässiges Material zur Zurückweisung derselben zur Verfügung zu haben.

---

[64]) Die oben als „zulässig" bezeichneten Differenzen entsprechen den bei guten Arbeiten gesammelten Erfahrungssätzen. Die nachfolgende Tabelle gibt offizielle Bestimmungen über die Differenzen, welche zwei von einander unabhängige Flächenbestimmungen höchstens zeigen dürfen.

Fläche qm	Differenz zweier Bestimmungen.			
	Preufsen qm	Baden qm	Oesterreich qm	Württemberg qm
1 Ar = 100	—	5	0,5	0,25—0,75
1 000	22	10	5	2,5—7,5
1 Hektar = 10 000	95	40	50	25—75
100 000	300	220	500	250—750

Die württembergische Bestimmung bezieht sich auf unmittelbare Messung bei weniger oder mehr geneigtem Boden. Beim Abgreifen aus Plänen darf sich die angegebene Differenz noch erhöhen um

$\frac{80 \text{ qm}}{m\sqrt{F}}$ für je ein Hektar, wobei $\frac{m}{1000}$ der Kartenmafsstab und F die Fläche in Hektaren ist.

Die Neuaufnahme solcher Grundstücke ist alsdann derart vorzunehmen, dafs nach den gemessenen Koordinaten der Flächeninhalt sich direkt ermitteln und feststellen läfst.

In den Berechnungsheften sind solche Fälle besonders zu erläutern.

Schliefslich ist noch auf eine mehrfach beobachtete Mafsregel aufmerksam zu machen, nach welcher die berechneten Inhalte der vorläufig zu erwerbenden Flächen um ½ bis 1 Prozent vermindert werden, um solcherweise Rückforderungen nach erfolgter Schlufsvermessung vorzubeugen. Solche Rückforderungen werden notwendig, wenn die Schlufsvermessung die erworbene Fläche und damit die bereits gezahlte Entschädigung als zu grofs erkennen läfst. Erfahrungsmäfsig wird fast jede Rückzahlung seitens der Grundeigentümer nur mit Widerstreben und häufig erst nach Anwendung von Zwangsmitteln geleistet. Der Notwendigkeit, einer solchen vorzubeugen, wird also erwünscht sein.

In solchen Fällen, wo die Absteinung der zu erwerbenden Flächen schon vor der zwangsweisen oder freihändigen Erwerbung stattfindet oder wo ganze Parzellen erworben werden, darf diese Reduktion selbstverständlich nicht Anwendung finden.

4. Aufstellung der Grunderwerbsregister.

Diese Verzeichnisse sind gleich den Parzellarkarten für jede Gemeinde heftweise getrennt aufzustellen und abzuschliefsen. In denselben müssen sämtliche Grundstücke, öffentliche Wege, Bäche etc., welche ganz oder teilweise zur Bahn oder deren Nebenanlagen erforderlich sind, eingetragen werden und zwar in der Reihenfolge, in welcher dieselben in den Parzellarkarten mit laufender Nummer versehen worden sind.

Die zweckmäfsige Einrichtung eines solchen Grunderwerbs-Verzeichnisses ist aus dem beigedruckten Formular ersichtlich; bezüglich der Benutzung des letzteren und der Aufstellung des Verzeichnisses ist Folgendes zu berücksichtigen. Es dürfen auf je einer Seite des Verzeichnisses nicht zuviel Parzellen aufgeführt werden und ist darauf zu achten, dafs nach jeder Position mehrere Linien unbeschrieben bleiben, damit für etwaige spätere Ergänzungen und Nachtragungen genügend freier Raum bleibt.

Zerfällt eine Parzelle in verschiedene Kulturarten und sind von jeder der letzteren Flächen abzugeben, so müssen diese auch im Verzeichnisse nach Kulturarten getrennt aufgeführt werden. Ist eine Parzelle derartig gestaltet, dafs dieselbe an zwei oder mehr, durch fremde Stücke getrennt liegenden Stellen berührt wird, so ist dieselbe zwar nur

Gruppe	Spalte	Einheit
Laufende No.		
No. d. Parzellarkarte.		
Liegt zwischen den Stationen	von No.	
	bis No.	
Der Grund-Eigentümer	Namen.	
	Wohnort.	
Kulturart (nach der Aufnahme).		
Größe der zur Bahnanlage zu erwerbenden Flächen	zum Bahnkörper inkl. Gräben	Ar.
		qm
	zu Parallelwegen und Seitenrampen	Ar.
		qm
	zu Bach- und Flufskorrektionen	Ar.
		qm
	zu Seitenentnahmen, Seitenablagerungen	Ar.
		qm
	zu Bahnhöfen, Nebengebäuden, Wärterwohnungen	Ar.
		qm
	zu Trennstücken	Ar.
		qm
	im ganzen	Hekt.
		Ar.
		qm
Restflächen neben der Bahn	rechts	Hekt.
		Ar.
		qm
	links	Hekt.
		Ar.
		qm
Beschreibung des ganzen Grundstücks nach dem Kataster	Flurabteilung, Gewanne etc.	
	Nummer der Flur resp. Blatt	
	Nummer der Parzelle	
	Artikel der Mutterrolle.	
	Größe	Hekt.
		Ar.
		qm
	Kulturart.	
	Klasse.	
	Reinertrag	M.
Datum der Inbesitznahme.		
Bemerkungen.		

unter einer laufenden Nummer aufzuführen, jedoch ist dann für jeden abgesondert liegenden Teil derselben die Gröfse im Verzeichnisse besonders anzugeben.

Jede Seite des Verzeichnisses ist für sich abzuschliefsen und zu summieren, am Schlusse des Verzeichnisses ist eine Zusammenstellung der einzelnen Seiteninhalte zu geben und aus letzteren dann die Gesamtsumme für die betreffende Gemeinde zu ziehen.

D. Gesetzliche oder ministerielle Bestimmungen für Vorarbeiten von Eisenbahnen in verschiedenen Ländern.

Wenngleich in der vorstehenden Abhandlung bereits eine Anzahl der wichtigeren gesetzlichen Bestimmungen und sonstigen Vorschriften gelegentlich angeführt wurde, so erscheint es doch zweckmäfsig, die in verschiedenen Ländern geltenden Bestimmungen in einer zum Vergleich geeigneten Form zusammenzustellen. Dieselben sind demnach im Folgenden in 4 Gruppen aufgeführt und zwar:

1. Bestimmungen in Bezug auf Berechtigungen und Verpflichtungen bei Vornahme von Vorarbeiten.
2. Bestimmungen für die bei Vorarbeiten zu beachtende Form.
3. Bestimmungen in Bezug auf den Bau und Betrieb der Bahnen, soweit diese für die Vorarbeiten von Einflufs sind.
4. Specielle Bestimmungen für die Anordnung der Bahnhöfe.

§ 18. Bestimmungen in Bezug auf Berechtigungen und Verpflichtungen bei Vornahme von Vorarbeiten.

In allen Ländern kann der Bau einer Eisenbahn nur auf Grund einer Konzession vorgenommen werden, welche entweder, wie in den meisten deutschen Ländern und Österreich, vom Staatsoberhaupte oder, wie in England, Frankreich, Belgien, der Schweiz u. s. w. durch ein Gesetz, also unter Zuziehung der Volksvertretung erteilt wird.

Beim Nachsuchen einer Konzession sind überall bestimmte Vorlagen erforderlich, welche nur durch vorhergehende generelle Vorarbeiten zu erhalten sind.

Die Erlaubnis zu diesen wird von der Regierung resp. dem betreffenden Minister gewährt, doch gibt diese Erlaubnis keineswegs Anspruch auf Konzessionserteilung, ist vielmehr nur eine Berechtigung zum Betreten von fremdem Eigentum behufs Ausführung der geometrischen Arbeiten.

1. Gesuche um Erlaubnis zur Vornahme genereller Vorarbeiten.

In **Preufsen** soll nach dem Eisenbahngesetze von 1838 jede Gesellschaft, welche die Anlegung einer Eisenbahn beabsichtigt, sich an das Handelsministerium[65]) wenden und demselben die Hauptpunkte der Bahnlinie sowie die Gröfse des zu der Unternehmung bestimmten Aktienkapitals annähernd angeben.

In **Sachsen** wird die Erlaubnis für die generellen Vorarbeiten beim Ministerium des Innern nachgesucht unter Beifügung

a. einer näheren Beschreibung des Bahnzuges;
b. einer Darstellung desselben durch Einzeichnung in ein Exemplar der älteren Oberreit'schen oder der neueren Generalstabskarten mittels einer deutlich erkennbaren, zinnoberroten Linie, sowie
c. eines Verzeichnisses der Ortsfluren, welche von der Bahnlinie betroffen werden.

---

[65]) Jetzt an das Ministerium für öffentliche Arbeiten, nachdem dieses von dem Handelsministerium getrennt worden ist.



Die Genehmigung zur Ausführung der generellen Vorarbeiten wird auf einen bestimmten Zeitraum, meistens drei Monate, beschränkt und ist eine Verlängerung dieses Termins nur unter grofsen Weitläufigkeiten zu erreichen (vergl. Verordnung vom 30. September 1872, § 2 u. 4).

In **Österreich** wird die Erlaubnis für technische Vorarbeiten vom Handelsminister auf drei Monate erteilt, und kann dieselbe nur unter der Bedingung verlängert werden, dafs folgende Behelfe demselben vor Ablauf dieser Frist in befriedigender Weise vorgelegt werden, nämlich

1. „Eine Generalkarte des militär-geographischen Instituts im Mafsstabe von 1:288000 mit der annäherungsweisen Angabe der Bahn und der dieselbe umschliefsenden im Betriebe oder im Bau befindlichen oder sonst konzessionierten Linien.

2. Eine Skizze des Längenprofils, in demselben Längen- und zwanzigfachen Höhenmafsstab mit Angabe der Meereshöhe der überschrittenen Wasserscheiden und der dazwischen liegenden Thalgründe, der beabsichtigten Steigungen und Gefälle und der dadurch bedingten Haupttunnels und Viadukte.

3. Eine Schätzung der mutmafslichen Baukosten, Brutto- und Netto-Einnahmen und der darnach zu erwartenden Verzinsung des beabsichtigten Anlagekapitals.

4. Ein Erläuterungsbericht über die bereits gewonnenen und noch zu hoffenden bautechnischen Resultate, die möglichen Varianten, die beabsichtigten Einrichtungen des Betriebes und Benutzung der Anschlufsbahnhöfe u. s. w." (Vergl. Verordnung vom 4. Februar 1871, § 1.)

Ähnliche Bestimmungen existieren in **Holland, Belgien, Frankreich** etc.

In **Frankreich** ist in einer Cirkularverfügung an die Präfekten vom 6. März 1861 darauf hingewiesen, dafs im Interesse eines einheitlichen systematischen Bahnnetzes nur der Centralverwaltung das Recht zusteht, die Erlaubnis zu den generellen Vorarbeiten zu erteilen.

Die Erlaubnis zum Ausführen von generellen Vorarbeiten gestattet dem Unternehmer, die nötigen Studien, Absteckungen etc. im Felde vorzunehmen und schliefst das Recht in sich, zu diesem Zwecke fremdes Eigentum nicht allein zu betreten, sondern nötigenfalls auch zu beschädigen. Bei Ausübung dieses Rechtes hat man jedoch verschiedene Formen zu beobachten.

2. Betreten fremden Eigentums.

In **Preufsen** gilt Folgendes: (Vergl. Gesetz über Enteignung von Grundeigentum vom 11. Juni 1874, § 5.)

„Handlungen zur Vorbereitung eines die Enteignung rechtfertigenden Unternehmens mufs der Besitzer auf Anordnung der Bezirksregierung geschehen lassen. Es ist ihm jedoch der hierdurch etwa erwachsende, nötigenfalls im Rechtswege festzustellende Schaden zu vergüten. Zur Sicherstellung der Entschädigung darf die Bezirksregierung vor Beginn der Handlungen vom Unternehmer eine Kaution bestellen lassen und deren Höhe bestimmen. Sie ist hierzu verpflichtet, wenn ein Beteiligter die Kautionsstellung verlangt.

Die Gestattung der Vorarbeiten wird von der Bezirksregierung im Regierungs-Amtsblatte bekannt gemacht. Von jeder Vorarbeit hat der Unternehmer unter Bezeichnung der Zeit und der Stelle, wo sie stattfinden soll, mindestens zwei Tage zuvor den Vorstand des betreffenden Guts- oder Gemeindebezirks in Kenntnis zu setzen, welcher davon die beteiligten Grundbesitzer speciell oder in ortsüblicher Weise generell benachrichtigt. Dieser Vorstand ist ermächtigt, dem Unternehmer auf dessen Kosten einen beeidigten Taxator zu dem Zwecke zur Seite zu stellen, um vorkommende Beschädigungen sogleich festzustellen und abzuschätzen. Der abgeschätzte Schaden ist, vorbehaltlich dessen anderweiter Feststellung im Rechtswege, den Beteiligten (Eigentümer, Nutzniefser, Pächter, Verwalter) sofort auszuzahlen, widrigenfalls der Ortsvorstand auf den Antrag der Beteiligten die Fortsetzung der Vorarbeiten zu hindern verpflichtet ist.

Zum Betreten von Gebäuden und eingefriedigten Hof- oder Gartenräumen bedarf der Unternehmer, insoweit der Grundbesitzer seine Einwilligung dazu nicht ausdrücklich erteilt, in jedem einzelnen Falle einer besonderen Erlaubnis der Ortspolizeibehörde, welche die Besitzer zu benachrichtigen und zur Offenstellung der Räume zu veranlassen hat.

Eine Zerstörung von Baulichkeiten jeder Art, sowie ein Fällen von Bäumen ist nur mit besonderer Gestattung der Bezirksregierung zulässig."

Ähnliche Bestimmungen kommen für **Sachsen** (vergl. Verordnung vom 30. September 1872, § 5) vor, nur ist dort näher bestimmt, dafs das bei Durchlichtungen und Durchholzungen gefällte Buschwerk und Holz, wenn nicht Anderes verabredet ist, im Eigentum des Besitzers oder sonstigen Nutzniefsers der betreffenden Grundstücke bleibt.



In **Italien** ist (vergl. Legge sulle espropriazioni di utilità pubblica 25. giugno 1865) eine Strafe bis zu 300 Lire gegen diejenigen bestimmt, welche die Aufnahme hindern wollen, oder aufgestellte Stationspfähle oder Signale wegnehmen.

§ 19. Bestimmungen für die bei der Anfertigung von Vorarbeiten zu beachtende Form.

In den meisten Ländern sind zur Erzielung eines einheitlichen Verfahrens Bestimmungen über die Form der nötigen Vorlagen erlassen. Es sind im Nachstehenden die preufsischen Vorschriften für die Aufstellung von Vorarbeiten zu Eisenbahnanlagen vom Oktober 1871 als Grundlage genommen, und ist so viel als möglich zu jedem Paragraphen ein Vergleich mit den Bestimmungen in anderen Ländern angeknüpft.

Einteilung der Vorarbeiten.

Preufsen. „§ 1. Die Vorarbeiten sind entweder generelle oder specielle. Die ersteren dienen zur allgemeinen Beurteilung und zur vorläufigen Feststellung des Bahnzuges; sie sind mit den Konzessionsgesuchen vorzulegen. Die letzteren bilden die Entwürfe für die zur Ausführung genehmigten Bahnen und sind, nach bewirkter Revision und Feststellung, die Grundlage der Ausführung."

Obenstehende Trennung in generelle und specielle Vorarbeiten ist in fast allen Ländern eingeführt.

Generelle Vorarbeiten.

1. Übersichtskarten.

Preufsen. „§ 2. Die generellen Vorarbeiten bestehen:

a. In einer Darstellung des Bahnzuges durch Eintragung desselben in eine angemessene Karte. In denjenigen Provinzen, von denen die Generalstabskarten vorhanden sind, ist in solche der Bahnzug mit starker zinnoberroter Linie einzutragen. In denjenigen Provinzen, von denen diese Karten nicht zu beschaffen sind, ist die Situation in eine der besten vorhandenen Karten von möglichst grofsem Mafsstabe einzutragen.

Die Bahnlinie ist von ihrem Anfangspunkte ab, in Fünftel-Meilen [66]) einzuteilen, die vollen Meilen sind mit arabischen Ziffern zu bezeichnen."

In **Österreich** wird verlangt, eine Generalstabskarte 1:288000 mit genauer Angabe der beabsichtigten Linie und eine topographische Detailkarte im Mafsstabe 1:28800.

In der **Schweiz**: ein Übersichtsplan im Mafsstabe 1:100000 (Eidgen.-Atlas), worin die projektierte Linie genau mit Zinnoberrot anzugeben ist.

In **Belgien** ist das generelle Projekt durch eine rote Linie auf einer Karte im Mafsstabe von 1:20000 anzugeben.

In **Italien** darf der Mafsstab nicht geringer als 1:100000 sein.

In **England** soll eine Karte im Mafsstabe von 1 Zoll auf die Meile = 1:63360 oder wenigstens ½ Zoll per Meile (1:126720) eingereicht werden, in welcher die Bahnlinie eingetragen ist.

2. Situation und Längenprofil.

Preufsen: „b. In einer Darstellung des Längenprofils und der ungefähren Situation der nächsten Umgebung der Bahnlinie in der Art und Weise des auf Tafel I und II gegebenen Schemas, in einem Mafsstabe von 1:10000 der natürlichen Gröfse für die Längen und dem 20 mal gröfseren für die Höhen.

Bei der Normalhorizontalen ist stets deren Höhenlage gegen den Amsterdamer Pegel — jetzt „Normal-Null" [67]) — anzugeben. Auch müssen die Profile von dem Geometer unterschrieben und die Zeit der Aufnahme bemerkt werden."

---

[66]) Nachdem inzwischen die Meile als gesetzliches Mafs abgeschafft ist, treten selbstredend überall Kilometer an deren Stelle.

[67]) Unter Normal-Null (offiz. Abkürzung N. N.) ist nach wie vor der Nullpunkt des Amsterdamer Pegels zu verstehen, jedoch nach den Festlegungen der preufsischen Landesaufnahme, durch welche ein Normalhöhenpunkt, genau 37 m über dem Nullpunkte des Amsterdamer Pegels an der Sternwarte in Berlin und aufserdem eine grofse Anzahl Höhenmarken über das ganze preufsische Staatsgebiet angebracht sind. (Vergl. die Höhenbestimmungen der königl. preufs. Landesaufnahme und Plan des nivellitischen Höhennetzes in Preufsen, zusammengestellt von Müller-Köppen, Ingenieur und Regierungs-Feldmesser. Berlin 18⁸⁰/₈₁.



Sachsen. Ähnliche Vorlagen wie in Preufsen werden auch hier verlangt. Die Bahnlinie soll in Stationen von 500 zu 500 **m** geteilt werden, welche mit fortlaufenden Zahlen zu bezeichnen sind. Die Resultate der Höhen-Aufnahmen sollen auf mindestens 250 **m** Breite zu jeder Seite der Bahnlinie angegeben werden.

Österreich. Es wird verlangt:

„1. Ein Situationsplan von 1 : 2880 oder von 1 : 2000 (in flachen Gegenden auch von 1 : 5000) mit Schichtenkurven oder wenigstens mit Angabe einer hinreichenden Zahl von Höhenkoten rechts und links der Bahn. Wo letztere im Abtrag, (Einschnitt) wird die Bahnachse gelb und wo im Auftrag, (Aufdammung) rot ausgezogen. Auch sind die Tunnels, Viadukte, Brücken, Durchlässe, Wegeübergänge und Verlegungen wenigstens annäherungsweise einzuzeichnen.

2. Ein Generallängenprofil 1 : 100000 für die Längen und 1 : 2000 für die Höhen, und

3. Ein Speciallängenprofil im Mafsstabe von 1 : 10000 für die Längen und 1 : 1000 für die Höhen.“

Schweiz. Der verlangte Mafsstab ist für die Situation 1 : 50000 resp. 1 : 25000 und beim Längenprofil für die Höhe 1 : 1000. Das Längenprofil soll die Bahn und Terrainlinie mit allen Neigungsverhältnissen der ersteren enthalten. Die Tunnels, Brücken und grofsen Kunstbauten sind anzugeben, sowie die Lage der Ortschaften, die Distanzen von Mitte der Stationen mit deren Namen und die Kantonsgrenzen; ferner ist das Längenprofil mit einem Kurvenband zu versehen.

Italien. Erforderlich ist: eine Situation, Mafsstab 1 : 20000 und ein Längenprofil im Mafsstabe 1 : 10000 für die Längen, 1 : 1000 für die Höhen. Die Einrichtung dieses Längenprofils ist ähnlich wie für die specielle Bearbeitung vorgeschrieben und wird somit später besprochen. Wenn verschiedene Projekte verglichen werden sollen, müssen dieselben mit verschiedenen Farben eingezeichnet sein.

In der Situation ist die Richtung der Wasserläufe anzugeben.

Die Normalhorizontale ist die Meeresfläche oder ein Konventionalpegel, dessen Höhe anzugeben ist.

In **Frankreich** existieren ähnliche Bestimmungen wie in Italien, aufserdem wird speciell verlangt, dafs in der Situation möglichst genau die verschiedenen Punkte, welche im Längenprofile vorkommen, angegeben sind.

Wo Überschwemmungen vorkommen, soll die Grenze derselben angegeben werden.

Die Höhen-Aufnahmen sollen in der Regel für den allgemeinen Plan bis zu 1 **km** nach jeder Seite der Bahnlinie ausgedehnt werden, um die Wahl der Linie vollkommen zu rechtfertigen.

Beim Vergleich mehrerer Projekte sollen dieselben nicht allein mit verschiedenen Farben, sondern auch alle auf demselben Blatte gezeichnet werden.

3. Beschreibung der Bahn.

Preufsen. „c. In einer Beschreibung der projektierten Bahnanlage unter Angabe der in solcher erforderlich werdenden gröfseren Bauwerke.“

Sachsen. Aufser einer Beschreibung der Bahn wird ein Verzeichnis nach einem gegebenen Schema über die Neigungs- und Richtungsverhältnisse, ebenso eine Darlegung über die Ergebnisse der Terrainuntersuchungen verlangt.

Österreich. „Ein technischer Bericht zur Begründung und Erläuterung der ganzen Vorlage, insbesondere der gewählten Übergangspunkte über die Wasserscheiden, der geologischen Bodenbeschaffenheit, der angenommenen Steigungen und Minimalkurven, der zu Grunde gelegten Normalien, der unvermeidlichen grofsen Kunstbauten, der Zahl und Lage der Bahnhöfe und Stationen u. s. w. ist beizufügen. Die Entfernung der Stationen, die Richtungs- und Steigungsverhältnisse der Bahn, die Zahl und Dimensionen der Kunstbauten sind überdies in tabellarischer Übersicht zusammenzustellen.

Die Varianten, falls solche in Frage kommen, sind in Parallele zu bringen und ihre betreffenden Vorzüge und Nachteile hervorzuheben.“

In der **Schweiz, Frankreich** und **Italien** werden ähnliche Beschreibungen verlangt.

4. Kosten-Überschläge.

Preufsen.[68]) „d. In einem generellen Kostenüberschlage von der ganzen Bahnanlage nach den nachfolgenden Titeln geordnet“:

---

[68]) Bezüglich der Erläuterungsberichte und Kostenanschläge zu den Projekten für Bahnen untergeordneter Bedeutung sind seitens des preufsischen Ministeriums für öffentliche Arbeiten unter dem 18. Juni 1882 folgende Bestimmungen erlassen:

„Bei Anfertigung der Kostenanschläge, Erläuterungsberichte und Denkschriften, welche mit den generellen Vorarbeiten für Eisenbahnen untergeordneter Bedeutung bisher zur Vorlage gelangt sind, ist sehr

Bauausgabe.

Diese Titel-Einteilung, für alle dem Reichs-Eisenbahnamte unterstellten Eisenbahnen Deutschlands mafsgebend, ist für Preußen durch Ministerial-Erlafs vom 27. März 1882 vorgeschrieben. (Bezügl. der Unterpositionen und der früher gültigen Titel-Einteilung vergl. § 13 des vorliegenden Kapitels.)

Tit. I. Grunderwerb und Nutzungsentschädigung, einschliefslich der dadurch entstehenden Kosten.
- II. Erd-, Fels- und Böschungsarbeiten, sowie Futtermauern etc. zur Herstellung des Bahnkörpers, einschliefslich derjenigen zu den Wegeübergängen etc. nebst den zur Ausführung erforderlichen Gerätschaften.
- III. Einfriedigungen, jedoch ausschliefslich derjenigen der Bahnhöfe.
- IV. Wegeübergänge, einschliefslich der Unter- und Überführungen von Wegen und Eisenbahnen nebst allem Zubehör.
- V. Durchlässe und Brücken.
- VI. Tunnels.
- VII. Oberbau nebst allen Nebensträngen und zugehörigen Ausweichungen.
- VIII. Signale, nebst den dazu gehörigen Buden und Wärterwohnungen.
- IX. Bahnhöfe und Haltestellen nebst allem Zubehör an Gebäuden, ausschliefslich Werkstattsanlagen aller Art.
- X. Werkstattsanlagen.
- XI. Aufserordentliche Anlagen, als Flufsverlegungen, Durchführung durch Festungswerke.
- XII. Betriebsmittel.
- XIII. Verwaltungskosten.
- XIV. Insgemein.
- XV. Etwaige Ausfälle beim Betriebe einer Strecke auf Kosten des Baufonds.
- XVI. Zinsen während der Bauzeit.
- XVII. Coursverluste.
- XVIII. Erste Dotierung des Reserve- etc. Fonds.

Anmerkung zu Tit. XV bis inkl. XVIII. Bei den für Rechnung des Staates verwalteten Eisenbahnen fallen diese Titel weg.

---

verschieden verfahren worden. Behufs Herbeiführung gröfserer Einheitlichkeit sind bei Anfertigung dieser Projektstücke fortan nachstehende Bestimmungen zu beachten:

A. Die generellen Kostenanschläge.

1. Die Einteilung derselben ist nach dem Normal-Buchungs-Formular für Eisenbahnneubauten den Vorschriften des Erlasses vom 27. März cr. II a (b.) 2875 (Eisenbahn-Verordnungsblatt No. 5) gemäfs, jedoch unter thunlichster Beschränkung der Zahl der Positionen und Unterpositionen einzurichten.

2. Die, soweit als angängig, zur Ermittelung der einzelnen Positions- resp. Unterpositionsbeträge als Rechnungsfaktor einzuführende Bahnlänge ist bis auf Zehntel-Kilometer abzurunden.

3. Die Summe jedes Titels ist auf mindestens volle Hundert, die des ganzen Anschlags auf mindestens volle Tausend Mark abzurunden, und, um dies zu erreichen, der bei den einzelnen Titeln unter der Position für unvorhergesehene Arbeiten etc. resp. bei Titel Insgemein auszuwerfende Betrag entsprechend zu bemessen.

4. Die Kosten für den gesamten, zum Bau der Bahn einschliefslich aller darauf stehenden Gebäude und Nebenanlagen erforderlichen Grund und Boden, ferner die Kosten für Wirtschaftserschwernisse und sonstige Nachteile, für Pachtablösungen, Mieten von Bau- und Lagerplätzen, überhaupt für alle dem Enteignungsgesetz vom 11. Juni 1874 (Gesetzsammlung S. 221) unterliegenden Erwerbungen und Entschädigungen, sowie die Kosten für Leitung und Regelung des Grunderwerbsgeschäfts einerseits, und die Kosten für zu versetzende, umzubauende resp. umzudeckende Gebäude, soweit sie im Feuerrayon der Bahn liegen, ferner für Beseitigen von Bäumen und sonstigen der Bauausführung auf dem überwiesenen Terrain entgegenstehenden Hindernissen, sowie endlich für Vermessung, Abgrenzung und Kartierung der Flächen anderseits, sind getrennt auszuwerfen.

Aufserdem ist anzugeben, wie die eingangs dieses Abschnitts näher bezeichneten Grunderwerbskosten sich auf die von der Bahn durchschnittenen Kreise verteilen.

Die bereits im Besitz des Fiskus befindlichen Flächen, ebenso die von der Bahn nur zur Mitbenutzung beanspruchten Flächen von Chausseen und öffentlichen Wegen, sind von der Veranschlagung auszuschliefsen. Dagegen ist eine besondere Nachweisung dem Kostenanschlage beizufügen, aus welcher die Lage, Gröfse, Kulturart und der ungefähre Wert jeder einzelnen derartigen Fläche hervorgeht.

5. Die Kosten für die Erdbewegung, für besondere Bauaufsicht, Schachtmeistergeld, Geräte, Transportmittel etc. sind mit denen für Böschungsflächen vereint in einer Position zu berechnen.

In **Österreich** gilt folgende Titel-Einteilung:

„a. Vorarbeiten und Bauaufsicht (getrennt).
b. Grundeinlösung und sonstige Grundentschädigungen.
c. Erdarbeiten (aller Art).
d. Nebenarbeiten (Sicherung der Böschungen durch Bepflanzung, Drainierung, Pflasterung, Steinwürfe, Stütz- oder Wandmauern, Beschotterung der Wege etc.)
e. Kleine Kunstbauten etwa bis zu 20 m Öffnung.
f. Gröfsere Kunstbauten, Brücken, Viadukte und Tunnels (meist auf die Kurrentlängeneinheit zu veranschlagen).
g. Beschotterung der Gleise.
h. Oberbau und mechanische Einrichtung.
i. Hochbau.
k. Einfriedigung, Signale, Telegraph, Mobilien etc.
l. Rollendes Material.

Die Kosten sollen sowohl für die ganze Bahn, als für die Meile berechnet werden.“

In der **Schweiz, Frankreich** und **Italien** wird zwar ein Kostenüberschlag verlangt, doch ist die Teilung nach Titeln nicht vorgeschrieben.

---

6. Für Durchlässe und Brücken unter 10 m Lichtweite genügt die Angabe der Kosten pro Kilometer Bahnlänge, dagegen sind die Kosten der Bauwerke mit einer Lichtweite von 10 m und darüber, eventuell unter Beifügung von Skizzen und besonderen Überschlägen, einzeln aufzuführen.

7. Die Kosten jedes Tunnels wie die der Gleise sind nach laufenden Metern zu veranschlagen.

8. Im Anschlage genügt die summarische Angabe der Kosten für jeden Bahnhof. Diese Angaben sind indes durch eine Nachweisung der auf jedem Bahnhof auszuführenden Objekte und deren Kosten zu erläutern.

9. Sofern nicht andere Bestimmungen getroffen werden, ist hinsichtlich der Bemessung der für Werkstattsanlagen und Betriebsmittel pro Kilometer Bahnlänge in Ansatz zu bringenden Kosten nach Anweisung des Erlasses vom 8. Oktober v. J., II. 13101, zu verfahren.

10. Bei den aufserordentlichen Anlagen sind auch diejenigen Kosten in Ansatz zu bringen und besonders ersichtlich zu machen, welche auf Grund des Eisenbahnpostgesetzes vom 20. Dezember 1875, — Gesetzsammlung S. 318 — von der Eisenbahnverwaltung voraussichtlich zu tragen sein werden.

11. Die Höhe der veranschlagten Verwaltungskosten ist eingehend zu erläutern, eventuell unter Vergleichung mit den bei analogen, bereits fertig gestellten Bauten wirklich verausgabten Beträgen.

B. Die Erläuterungsberichte.

Dieselben müssen eine Darlegung der bei Ausführung der generellen Vorarbeiten leitend gewesenen Gesichtspunkte und eventuell bei verschiedenen, konkurrierenden Linien der für jede derselben geltend zu machenden Vor- und Nachteile, sodann eine nähere Beschreibung der dem Projekte zu Grunde gelegten Linie und aufser den zur Beurteilung des Projekts in technischer Beziehung notwendigen Angaben noch eine nach den Titeln des Kostenanschlags zu ordnende, ausreichende Motivierung sowohl der veranschlagten Gegenstände, wie der in Ansatz gebrachten Preise enthalten.

Aufserdem ist eine Nachweisung der Neigungen und Krümmungen der Bahnlinie beizufügen.

C. Die Denkschriften über die wirtschaftliche Bedeutung der Bahn.

In den Denkschriften sind die wirtschaftlichen und Verkehrsverhältnisse der von der projektierten Bahn durchschnittenen Gegend und berührten Orte, sowie die für diese aus der neuen Bahnverbindung zu erwartenden Vorteile eingehend und erschöpfend zu erörtern. Da diese Denkschriften zur Begründung der eventuell dem Landtage vorzulegenden Gesetzentwürfe dienen sollen, so sind für die Anordnung und Verwertung des Stoffes die der Begründung des Gesetzes vom 15. Mai d. J. (Gesetzsammlung S. 280) betreffend die Erweiterung, Vervollständigung und bessere Ausrüstung des Staatseisenbahnnetzes, für die einzelnen Linien beigefügten Denkschriften (Drucksachen des Hauses der Abgeordneten $18^{81}/_{82}$ No. 22) zum Anhalt zu nehmen. Insbesondere ist darauf zu achten, dafs die bezüglichen thatsächlichen Angaben darin vollständig Aufnahme finden. Soweit es sich hierbei um Zahlenangaben handelt, sind die neuesten amtlichen, — in Anmerkungen näher zu bezeichnenden — statistischen Ermittelungen zu Grunde zu legen.

Der Denkschrift ist als Anlage eine kurze Darlegung der für die projektierte Linie nach den vorhandenen Entwickelungsbedingungen ihres künftigen Verkehrs und der mutmafslichen Höhe des erforderlichen Betriebsaufwands — unter gleichzeitiger Berücksichtigung der voraussichtlichen Rückwirkungen auf den Verkehr der bestehenden Staats- resp. für Rechnung des Staats verwalteten Eisenbahnlinien — etwa zu erwartenden Rente des Anlage-

Aufserdem bestehen in den folgenden Ländern für generelle Vorarbeiten noch die nachstehenden Bestimmungen:

In **Sachsen** werden Querprofile des Bahnkörpers in Damm und Einschnitt und für die verschiedenen Bodenarten verlangt, woraus zu ersehen, ob und inwieweit die Bahn ein- oder sofort zweigleisig ausgeführt werden soll, und welche Böschung, Grabenbreiten und Tiefen Anwendung finden sollen resp. dem Kostenüberschlage zu Grunde gelegt sind.

In **Österreich** wird eine Sammlung von Querprofilen (etwa 6 bis 20 auf die Meile) im Mafsstabe 1:200 oder auch 1:288 verlangt: für diejenigen Punkte der Bahn, „wo die Dammböschungen steiler als 1½fach werden sollen, wo die Berglehnen sehr abschüssig sind, wo Flufs- oder Strafsenverlegungen vorkommen oder wo überhaupt die Führung der Bahn auf besondere Schwierigkeiten stöfst.“

In **Italien** sind ausführliche Vorschriften über die Zeichnungsart der Querprofile gegeben. Wir werden hierauf später bei Behandlung der speciellen Vorarbeiten zurückkommen; jetzt sei nur angedeutet, dafs dieselben für das generelle Projekt nur die mittlere Neigung des Terrains zu enthalten brauchen, insoweit sie für die überschlägliche Berechnung der Erdarbeiten nötig ist. Für ausgedehnte Querprofile, welche z. B. die Gestaltung eines Thales angeben sollen, wird der Mafsstab 1:500 resp. 1:1000 für die Längen, 1:100 für die Höhen gewünscht.

In einigen Ländern z. B. **Italien** und **Frankreich** wird auch schon eine überschlägliche Massendisposition verlangt.

In **Sachsen** sind bei Grenzübergängen die Specialentwürfe der Vorkehrungen zur etwaigen Zerstörung einzelner Bauobjekte beizufügen. Auf Grund der Einreichung dieser Vorlagen wird die Konzession erteilt.

5. Konzessions-Erteilung für den Bau.

In **Preufsen** geschieht die Konzessionserteilung nach sorgfältiger Prüfung auf Antrag des Ministeriums durch den Landesherrn. (Siehe Bestimmungen über die Prüfung der Anträge auf Konzessionierung von Eisenbahnanlagen vom 30. November 1838.)

In **Österreich** werden die eingereichten Projekte, nachdem sie in amtlicher Prüfung entsprechend befunden sind, einer Revision durch eine Kommission unterworfen, in welcher die militärischen, administrativen, kommerziellen und ökonomischen Interessen und etwaige Rechte der zur Konkurrenz berufenen Transportanstalten zu prüfen sind; hiernach wird die zwischen den vorliegenden Varianten zu treffende Wahl befürwortet oder Abänderungen in der Bahnrichtung in Vorschlag gebracht. Zur Erreichung dieses Zieles hat die Kommission das Recht und die Pflicht, die nötigen Mitteilungen von den Beteiligten einzuziehen.

Zur leichteren Orientierung der Kommission mufs die allgemeine Richtung der Bahn an Ort und Stelle ersichtlich gemacht sein.

Nach Befund des Protokolles dieser Kommission werden die allgemeine Richtung der Bahn und die technischen Bedingungen festgesetzt, unter denen eine Konzession erworben werden kann, welche alsdann nach Mafsgabe des Eisenbahn-Konzessionsgesetzes vom 14. September 1854 erfolgt.

In der **Schweiz** hat der Bewerber um eine Konzession bei Einreichung der oben bezeichneten Pläne etc. seine von den normalen Konzessions-Bedingungen (vergl. Gesetz über Bau und Betrieb der Eisenbahnen auf dem Gebiete der schweiz. Eidgenossenschaft vom 23. Dezember 1872 und die dazu erlassene Verordnung vom 1. Februar 1875) abweichenden Begehren genau zu formulieren und anzugeben, wann die speciellen Projekte vorgelegt und die Arbeiten für die Herstellung der Bahn begonnen und vollendet werden sollen.

Alle Vorlagen sollen in zwei Exemplaren eingereicht werden, sowie aufserdem für jeden berührten Kanton je ein Exemplar des Konzessionsgesuches samt Beilagen.

Die Gesuche, welche in der nächsten Bundesversammlung zur Erledigung kommen sollen, müssen 40 Tage vor dem Zeitpunkte des Zusammentritts derselben dem Bundesrate resp. dem Eisenbahn- und Handelsdepartement eingereicht werden. Für die Mitglieder der Bundesversammlung hat der Konzessionsbewerber rechtzeitig 200 Übersichtspläne im Mafsstabe 1:100000 mit rot eingezeichneter Bahnlinie einzusenden.

---

kapitals beizufügen. Einer ziffermäfsigen Veranschlagung der Einnahmen und Ausgaben bedarf es dabei nicht. Da der Fall vorgekommen ist, dafs die Anfertigung derartiger Denkschriften ohne Mitwirkung der Verkehrsabteilung erfolgt ist, so mache ich besonders darauf aufmerksam, dafs hierbei die Verkehrsabteilung stets mitzubeteiligen ist. — Alle Berechnungen, welche in den Projektstücken vorkommen, sind kalkulatorisch festzustellen.“

Es würde zu weit führen auf die Konzessionserteilung in allen übrigen Ländern näher einzugehen, es sei nur noch bemerkt, dafs dieser Gegenstand für **Italien** in der „Legge sui Lavori pubblici" vom 20. März 1865 festgesetzt ist, während für **Belgien** und **Frankreich** Normalbestimmungen bestehen, welche den speciellen Bedingungen für jede Konzession beigefügt werden und zwar für Belgien in dem „Cahier des charges et conditions générales pour la construction et l'exploitation des chemins de fer concédés" (20. Februar 1866), für Frankreich in dem „modèle de cahier de charges d'une concession de chemin de fer."

Specielle Vorarbeiten.

Preufsen. „§ 3. Die einzureichenden speciellen Vorarbeiten bestehen:

a. In einer näheren Darstellung der Situation und des Nivellements der Bahn.
b. In den Entwürfen zu den Futtermauern, den Wegeübergängen und den Brücken.
c. Desgleichen zu den Tunnels und den sonstigen aufserordentlichen Bauwerken.
d. In der Darstellung des Oberbaues.
e. In den Entwürfen zu den Anlagen der Bahnhöfe und Haltestellen.
f. In einem ausführlichen Erläuterungsbericht.[69])

1. Situations- und Nivellementspläne.

Preufsen. „§ 4. Die Situations- und Nivellementspläne sind nach dem (in § 9 u. 10 besprochenen) Schema unter Beachtung der nachfolgenden Vorschriften anzufertigen:

a. Für die ganze Bahn findet eine fortlaufende Einteilung nach Kilometern statt. Die Specialpläne werden nach dieser Einteilung bearbeitet und Situation und Längenprofil dabei in der Regel auf einem und demselben Blatte untereinander gestellt. Behufs gröfserer Übersichtlichkeit werden mehrere Blätter, die soweit es die Krümmungen der Linie zulassen, zusammen 3 bis 4 km umfassen können, (klappenförmig) zusammengeklebt. Ein Unterbrechen der Bahnlinie und Situation ist hierbei nur dann statthaft, wenn dadurch die Orientierung nicht verändert wird.

b. Zu der Situation und den Längen des Nivellements ist ein Mafsstab von 1:2500 anzuwenden; die Höhen im Profil sind nach einem 10mal gröfseren Mafsstabe aufzutragen.

c. Die Bahnlinie ist in Stationen von 100 m Länge mit Unterabteilungen von 50 m einzuteilen, die mit vom Anfangspunkte der Bahn ab fortlaufenden Ziffern bezeichnet werden, jede fünfte Station wird im Profil noch durch stärker ausgezogene Ordinaten hervorgehoben. Die Kilometer sind mit römischen Ziffern unter den betreffenden Stationszahlen, unter dem Kurvenband die ganzen und zehntel Kilometer einzutragen.

d. Die Lage der zwischen den Stationspunkten etwa noch erforderlichen Ordinaten ist durch das Einschreiben ihrer Entfernung von dem vorliegenden Stationspunkte festzustellen, desgleichen die Kurven-Anfangs- und Endpunkte und Gefällwechsel.

e. Die Situationspläne sind dem Schema (Taf. III) entsprechend in einer Breite von 250 m zu jeder Seite der Bahnlänge herzustellen; die Gestaltung des Terrains ist, soweit es zur Beurteilung der gewählten Richtung und Höhenlage der Bahn erforderlich, durch Horizontalen in Abständen von 5 bis 1 m anzugeben. Der Bahnkörper ist mit allen seinen Nebenanlagen, als Wegeübergängen und Verlegungen, Parallelwegen, Brücken, Seitengräben u. s. w. vollständig einzutragen. Alles Bestehende ist mit schwarzen Linien zu zeichnen und schwarz zu beschreiben, der Bahnkörper dagegen, sowie alle Projekte sind mit Zinnoberrot einzuzeichnen und zu beschreiben. Auf jedem Blatte mufs die Nordlinie angegeben werden.

f. In die Nivellementspläne sind die Projekte gleichfalls mit Zinnoberrot einzuzeichnen und die Kommunikations- und Bahnhofsanlagen, die Planumsordinaten, Auf- und Abtragshöhen und Neigungen damit zu beschreiben, während die Brücken, Durchlässe, Wasserstandsverhältnisse blau zu beschreiben sind. Die Seitengräben der Bahn sind ebenfalls blau einzutragen. Alle bestehenden Gegenstände werden auch in den Nivellementsplänen schwarz beschrieben.

g. Die höchsten und die niedrigsten Stände aller Gewässer, die auf die Bahnanlage von Einflufs sind, sowie deren Fachbäume und Pegel, die Beschaffenheit der Bodenarten, die Tiefen der von der Bahn berührten Moore und Brüche, die Thürschwellen der der Bahn nahe liegenden Gebäude und alle Festpunkte, an welche das Nivellement angeschlossen, insbesondere die Schienenhöhe eines bestimmten Punktes auf dem nächsten Eisenbahnhofe, müssen in den Profilen vollständig bezeichnet sein.

[69]) Die unter b. bis e. aufgeführten Vorlagen werden in der Regel erst nach geschehener, landespolizeilicher Festsetzung der Bahnlinie ausgearbeitet und eingereicht.



h. Der Normalhorizont mufs jedesmal durch den Nullpunkt des Amsterdamer Pegels angenommen werden. Wenn sich hierbei für einzelne Blätter zu lange Ordinaten ergeben, so kann die Horizontale (jedoch immer nur um volle 10 m) höher gelegt werden, was in den Profilen anzugeben ist. Die Längen der Ordinaten sind jedoch überall auf den Normalhorizont zu beziehen und einzuschreiben.

i. Um den Übergang der Bahnlinie von einem Blatte zum andern deutlich zu erkennen und zu beurteilen, sind am Anfang und Ende jedes Blattes mindestens 100 m lange Strecken des folgenden resp. des vorhergehenden Blattes, jedoch nur in einfachen schwarzen Linien mit darzustellen.

k. Sämtliche Pläne sind in der rechten oberen Ecke mit einer fortlaufenden Blattnummer zu versehen.“ [70])

In **Sachsen** wird Folgendes verlangt:

„1. Ein Grundrifs der Bahnanlage in dem Mafsstabe von 1:2000 der natürlichen Gröfse in drei Exemplaren, von denen ein Exemplar, mit dem Autorisations- und Prüfungsatteste der Ministerien der Finanzen und des Innern versehen, an die Bahnunternehmer behufs des bei der betreffenden Strafsenbaukommission zu beantragenden Expropriationsverfahrens zurückgelangt. Sofern zwei oder mehr Gerichtsamtsgrenzen auf ein und dasselbe Grundrifsblatt fallen, ist für jedes der beteiligten Gerichtsämter ein besonderes Grundrifsblatt, den betreffenden Flurteil des Gerichtsamts enthaltend, mit der Bezeichnung: „Für die Strafsenbaukommission des Gerichtsamts N. N.“, einzureichen. Die topographische Aufnahme hat sich auf mindestens 150 m zu jeder Seite der Bahnlinie zu erstrecken und mufs die Wege (Chausseen und Strafsen, Kommunikations-, Feld-, Wald- und Wirtschaftswege, Fufssteige) Wasserläufe, Teiche und Seen, die Inundationsgrenzen derselben, die Brücken (hölzerne, steinerne und gewölbte oder eiserne Brücken) die Gebäude aller Art (fiskalische Gebäude und Gebäude zu öffentlichen Zwecken sind karminrot, Privatgebäude mit harter Dachung in schwarzer Farbe, Gebäude mit weicher Dachung, Stroh und Schindel, in gelber Farbe darzustellen), die Flurgrenzen, die Rainsteine der einzelnen Grundstücksparzellen, die Kulturarten der letzteren, (Feld, Wald, Wiesen, Gartenland, Hutung etc) enthalten. Mit Ausschlufs des zur Bahn bestimmten Areals (vergl. weiter unten) sind die Feldparzellen durch blafsgelbe Farbe, die Wiesenparzellen durch blafsgrüne Farbe, die Waldparzellen durch die gebräuchlichen typographischen Zeichen, die Hutungen und Wege durch Terrasinfarbe, die Gewässer und ihre Inundationsgrenzen durch blaue Farbe kenntlich zu machen. Alles Bestehende ist schwarz bis auf die blau einzutragenden Koten der Wasserstände, alles auf die Bahn Bezügliche zinnoberrot zu beschreiben.

Die Mittellinie der Bahn, durch eine stärker ausgezogene zinnoberrote Linie bezeichnet, wird in Stationen von je 100 m Länge eingeteilt, die vom Anfangspunkte der Bahn an zählend mit fortlaufenden Ziffern bezeichnet werden. Anfangs- oder Endpunkte der Bahnkurven sind in der Bahnmittellinie mit B. A. und B. E. zu bezeichnen, Halbmesser und Längen der Kurven sind anzuschreiben.

Die Neigungswechselpunkte sind in der Bahnlinie mit gesternten Kreisen zu bezeichnen. Nach Mafsgabe der Breitentabelle werden die Breiten des Bahnterrains an die Bahnlinie angetragen und die Grenzen des Bahnareals mit schwächeren schwarzen Linien ausgezogen. Das Bahnareal ist bei Dämmen und Terraingleisen mit blafskarminroter, bei Einschnitten mit schwarzgrauer Farbe anzulegen, die Planiebreite aber weifs zu lassen. Die Grundstücksparzellen sind auf den Grundrissen mit für jede Flur von 1 anfangenden, fortlaufenden, rot eingeschriebenen Nummern, sowie mit den schwarz einzuschreibenden Flurbuchsnummern und — soweit dies wegen des Raumes ausführbar ist — mit dem Namen des derzeitigen Besitzers zu bezeichnen.

Jedes Blatt erhält in der rechten oberen Ecke eine fortlaufende Nummer.

Die Einzeichnung der Kunstbauobjekte, der Weg- und Wasserlaufverlegungen, der Bahnwärter-, Signal-, und Schlagwärterhäuser erfolgt erst nach beendigtem Expropriationsverfahren nach Mafsgabe der von den kompetenten Behörden deshalb erlassenen Bestimmungen. Die bei dem Finanzministerium und bei dem Ministerium des Innern zurückbehaltenen Exemplare der Grundrisse werden dem Vorstande des Eisenbahnunternehmens zum Einzeichnen der Kunstbauobjekte u. s. w. seiner Zeit hinausgegeben werden und sind spätestens nach 14 Tagen wieder einzureichen.

Jedes einzelne Blatt der Grundrisse ist mit der Süd-Nordlinie und mit den für das Aneinanderstofsen der Blätter erforderlichen Verbindungslinien, mit der Unterschrift der für die Richtigkeit der

[70]) Im übrigen sind bei Anfertigung der Pläne die Bestimmungen des Central-Direktoriums der Vermessungen im preufsischen Staate vom 20. Dez. 1879 über die Anwendung gleichmäfsiger Signaturen für topographische und geometrische Karten, Pläne und Risse, zu beachten.



Terrainaufnahme verantwortlichen Persönlichkeit (verpflichteten Geometers) und des für die Richtigkeit der eingezeichneten Bahnlinie verantwortlichen Technikers (Oberingenieurs), sowie des Vorsitzenden der administrativen Bauverwaltung zu versehen.

2. Ein Längenprofil der Bahnlinie. Dasselbe ist in der Regel auf ein und demselben Blatte mit dem Grundrisse untereinander gestellt, und zwar die Länge des Längenprofils in dem Mafsstabe von 1:2000 der natürlichen Gröfse, die Höhenordinaten im 10fachen Mafsstabe der Längen aufzutragen. Das Längenprofil ist dem Grundrisse analog zu stationieren, die Höhenkoten — sämtlich auf die Höhe des bei der mitteleuropäischen Gradmessung angenommenen Ostseespiegels als Nullpunkt bezogen — sind für das natürliche Terrain an die schwarz ausgezogenen Ordinaten schwarz, für die Bahnlinie, ebenso wie die zugehörigen Dammhöhen oder Einschnittstiefen, zinnoberrot anzuschreiben. Die Lage der zwischen den Stationspunkten etwa noch erforderlichen Ordinaten ist durch das Einschreiben ihrer Entfernung von dem vorliegenden Stationspunkte kenntlich zu machen. Die Fluren, die Neigungswechselpunkte und die Anfangs- und Endpunkte der Bahnkurven sind in gleicher Weise — wie auf dem Grundrisse — zu bezeichnen, die Flurbenennungen, Länge der einzelnen Gefälle und der Horizontalen sind über, die Bogenlängen und Halbmesser der Bahnkurven unter der Bahnlinie einzuschreiben. Die von der Bahnlinie durchschnittenen Wege und Wasserläufe etc. sind in dem Längenprofile dem Grundrisse korrespondierend zu beschreiben und deren Höhenkoten, Damm- und Einschnittsmasse in gleicher Weise wie bei den übrigen Punkten des Längenprofils anzuschreiben. — Das Längenprofil der Sohle der Seitengräben ist in dem Längenprofil ebenfalls mit einzutragen. — In dem Längenprofile sind ferner, soweit thunlich, die höchsten und niedrigsten Wasserstände der auf die Bahnanlage Einflufs habenden Gewässer, die Fachbäume und Pegel, sowie die zu Nivellementsanbindungen erforderlichen Fixpunkte (in der Regel Thür- und Fenstersohlbänke benachbarter Gebäude etc.) anzugeben. Die gesenkten Bohrlöcher, sowie die Resultate der Bohrversuche sind im Längenprofile darzustellen.

Die Einzeichnung der in den Bahnkörper fallenden Kunstbauobjekte an Schleusen, Brücken, Viadukten, Wegebrücken aller Art, Tunnels, in das Längenprofil mit zinnoberroter Farbe erfolgt erst nach beendigtem Expropriationsverfahren nach Mafsgabe der von den kompetenten Behörden erlassenen Bestimmungen."

Österreich. Die Bestimmungen über die Ausarbeitung der Pläne sind sehr kurz gefafst; es wird verlangt für die Situation:

„1. Die richtig gestellte topographische Detailkarte.

2. Ein vollständig ausgearbeiteter Situationsplan im Mafsstabe von wenigstens 1:2880 mit den Stationen und Wächterhäusern, den Böschungen, den Weg- und Flufsverlegungen, den Unter- und Überfahrten, sowie den Niveauübergängen und den Kunstbauten im allgemeinen, mit Angabe ihrer Öffnungen u. s. w., dann mit Angabe der Katastralnummern der von der Bahn berührten Grundparzellen."

Für das Längennivellement „ein Detaillängenprofil im Mafsstabe von 1:2000 für die Längen und 1:200 für die Höhen (oder auch 1:2880 für die Längen und 1:288 für die Höhen)."

Schweiz. Es sollen vor allem, nachdem die Konzession erteilt ist, Katasterpläne im Mafsstabe 1:1000, welche zugleich Situationspläne sein müssen, nebst Längenprofil den einzelnen von der Bahnlinie berührten Gemeinden zur Auflage und entsprechenden Publikation zugestellt werden. Nach Ablauf der gesetzlichen Frist von 30 Tagen zur Einsprache gegen die Abtretungspflicht und nachdem die Baugesellschaft allfällig die durch die erfolgten An- und Einsprachen veranlafste Abänderungen an den Plänen angebracht und letztere nötigenfalls von neuem während 30 Tagen aufgelegt hat, sollen dem Eisenbahn- und Handelsdepartement die detaillierten Projekte der Situationspläne und Längenprofile, Bauwerke, Hochbauten etc. zugestellt werden. Den Plänen ist der Ausweis beizulegen, wann in jeder Gemeinde die im Expropriationsgesetze vorgeschriebene Publikation stattgefunden hat.

Im Gegensatze zu andern Ländern wird der ganze Plan schwarz gezeichnet und beschrieben. Nur das Neue, soweit es Strafsen und Hochbauten betrifft, sowie der Anfang und das Ende der Kurven nebst deren Radien wird rot, Brücken, Durchlässe etc., überhaupt sämtliche Wasserbauten werden blau gezeichnet oder unterstrichen. Es wird besonders darauf hingewiesen, dafs das projektierte Mauerwerk deutlich eingezeichnet werden soll. Die Grenzen des in Anspruch genommenen Terrains sind zinnoberrot einzuzeichnen. Bei Strafsenkorrektionen sind die projektierten Kurvenradien, die Breite, sowie die Steigungsverhältnisse in Prozenten anzugeben.

Für die Längenprofile, welche im Mafsstabe 1:2000 für die Längen, 1:200 für die Höhen gezeichnet werden sollen, gelten dieselben Regeln, und es soll für die Strafsenkorrektionen auf dem nämlichen Blatte ein besonderes Längenprofil in genügender Ausdehnung eingezeichnet werden.



Die in **Italien** für die Herstellung der Situations- und Nivellementspläne gegebenen Vorschriften stimmen mit den preufsischen fast genau überein. Der Mafsstab für die Situation und die Längen des Längenprofils ist 1:2000 oder 1:1000, für die Höhen des letzteren das Zehnfache. Ferner wird für etwaige Detailpläne ein Mafsstab von 1:200 für Längen und Höhen, oder 1:500 für Längen, 1:200 für Höhen verlangt.

In **Frankreich** sind die Bestimmungen den preufsischen und italienischen ganz ähnlich, nur wird auf dem Längenprofil die Angabe der Schürfversuche verlangt, besonders bei Dämmen und Einschnitten von einiger Bedeutung, sowie bei Flüssen zur Beurteilung der Brückenprojekte.

In **Belgien** werden ähnliche Vorlagen verlangt, jedoch fehlen specielle Vorschriften über die Ausführung derselben.

England. Der Situationsplan soll wenigstens im Mafsstabe von 4 Zoll pro Meile (1:15840) gezeichnet sein. Er soll alle Grundstücke enthalten, welche die Bahn berührt; alle Wege mit Korrektion sollen angegeben werden und überall, wo eine Abweichung von der beabsichtigten Linie in Vorschlag gebracht werden kann, sollen die Grenzen dieser Abweichung bestimmt werden, während alle innerhalb dieser Grenzen liegenden Grundstücke ersichtlich sein sollen. Wenn der ganze Plan nicht mindestens im Mafsstabe von 1/4 Zoll pro 100 Fufs (1:4800) dargestellt ist, soll von jedem Hause, jedem Hofe oder von jedem Grundstücke im Zusammenhange mit einem Hause, welche von der Bahnanlage berührt werden, ein Detailplan wenigstens in diesem Mafsstabe beigefügt werden. Auf dem Plane soll die Entfernung von den Endpunkten in Meilen und Achtel-Meilen (201 m) ersichtlich sein. Radien geringer als eine Meile müssen angegeben werden. Tunnels sollen durch punktierte Linien bezeichnet werden. Alle Änderungen, welche an Wegen, Flüssen, Bahnen etc. beabsichtigt werden, sind anzugeben. Bei der Verbindung der projektierten mit einer bestehenden Bahn soll deren Lage auf eine Entfernung von 800 Yard (732 m) beiderseits der Verbindung auf dem Plane gezeichnet sein. Das Längenprofil soll für die Längen denselben Mafsstab wie der Situationsplan erhalten, während der Höhenmafsstab wenigstens 1 Zoll pro 100 Fufs (1:1200) betragen soll. Das Längenprofil soll die Oberfläche des Terrains darstellen, die projektierte Gradiente soll für die Schienenoberkante eingezeichnet werden. Die Höhe von jedem Einschnitte und jedem Auftrage ist einzuschreiben. Die Höhe der Normalhorizontalen über einem genau zu bezeichnenden Seepunkte ist anzugeben.

Die Entfernungen werden auf der Normalhorizontalen in Meilen (1610 m) und Achtel-Meilen angegeben, die Höhen in Fufs (0,305 m) und Zoll oder Decimalteilen vom Fufse bei jedem Gradientenwechsel. Die Neigung der Gradiente ist deutlich einzuschreiben. Wo die Bahn Wege, Wasserläufe oder eine andere Bahn kreuzt, soll dies im Längenprofil bezeichnet sein und sind die Dimensionen dabei anzugeben. Im Falle Bauwerke ausgeführt oder Wege geändert werden, sind Querprofile beizufügen, woraus die Höhenlage hervorgeht. Der Mafsstab soll für die Längen wenigstens 1 Zoll auf 330 Fufs (1:3960), für die Höhen 1 Zoll auf 40 Fufs (1:480) betragen. Die angenommenen und die früheren Steigungsverhältnisse sind mit aufzuführen. Diese Querprofile sind zu nummerieren und soll ihre Lage durch die entsprechende Nummer im Längenprofil bezeichnet werden. Auch soll die vorgeschlagene Änderung dabei kurz beschrieben werden (z. B. „Weg ist n Fufs anzuhöhen, siehe Querprofil Nr. . .)."

Bei Verbindung der projektierten mit einer bestehenden Bahn ist die Gradiente der letzteren in dem Längenprofile der projektierten Bahn auf eine Länge von 800 Yard (732 m) beiderseits der Verbindung in gleichem Mafsstabe zu zeichnen.

2. Kunstbauten.

Preufsen. „§ 5. Von den Futtermauern, Brücken, Tunnels und den Gebäuden sind die zur vollständigen Beurteilung erforderlichen Grundrisse, Profile und Ansichten aufzustellen. Bei den hierzu anzufertigenden Zeichnungen ist in der Regel ein Mafsstab von 1:100 der wirklichen Gröfse anzuwenden; aufsergewöhnliche Konstruktionen etc. sind durch Detailzeichnungen zu erläutern. Für die gewöhnlichen und öfters vorkommenden Brücken und Durchlässe wird die Aufstellung von Normalentwürfen angemessen sein. Die Beschaffenheit des Baugrundes, die höchsten und die niedrigsten Wasserstände sind in den Entwürfen anzugeben, auch sind die Hauptabmessungen darin mit Zahlen einzuschreiben."

In **Sachsen** sind, im Laufe des Bahnbaues und jedenfalls vor der Inangriffnahme des Baues der einzelnen Objekte, beim Finanzministerium in doppelten Exemplaren zur Genehmigung einzureichen:

„a. Normalzeichnungen im Grundrifs, Ansicht und Durchschnitt für die kleineren Kunstbauobjekte, als Schleusen, Brücken bis 10 m lichter Höhe und Weite. Wegebrücken aller Art, im Mafsstabe von 1:100 bis 1:50 der natürlichen Gröfse.



b. Grund-, Auf- und Durchschnittsrisse und Ansichten für gröfsere Brücken über 10 m Lichtweite und Lichthöhe und von mehr als einer Öffnung im Mafsstabe von 1:1000 bis 1:200.
c. Details zu den Kunstbauobjekten im Mafsstabe von 1:25 bis 1:5."

Zu a., b. und c. ein Kunstbautenverzeichnis nach gegebenem Schema.

In **Österreich** wird ebenfalls für jedes einzelne Bauwerk die vorherige Genehmigung des Handelsministeriums verlangt, jedoch gilt für den Bau eiserner Brücken folgende specielle Verordnung vom 30. August 1870:

„§ 1. Bevor zur Errichtung einer eisernen Eisenbahnbrücke geschritten wird, ist der betreffende Bauentwurf dem Handelsministerium zur Genehmigung vorzulegen.

Diese Vorlage mufs enthalten:

a. Die Übersichts- und Detailzeichnungen der Eisenkonstruktion mit Angabe des Materials der Konstruktionsteile und ihrer bei Berechnung der Tragfähigkeit mafsgebenden Dimensionen;
b. den Nachweis des Eigengewichts (bleibende Last);
c. die theoretische Begründung der die Tragfähigkeit bedingenden Dimensionen der Konstruktionsteile;
d. für Brücken von mehr als 20 m (10,5 Klafter) Tragweite oder bei ungewohntem Systeme die Berechnung der unter der zufälligen Belastung entstehenden gröfsten elastischen Formveränderung der Konstruktion.

Die besagte Vorlage hat in doppelter Ausfertigung zu geschehen. Die eine davon bleibt in Händen der Regierung, die andere wird der Gesellschaft mit dem Erlasse zurückerstattet.

§ 2. Die den Berechnungen zu Grunde zu legende zufällige Belastung ist für jedes Gleis pro lauf. m gleich verteilt, je nach der Tragweite im mindesten folgendermafsen festgesetzt:

bei	3,1	Fufs	113	Wiener Centner pro Fufs;	bei	1	m	Spannweite	20	t	pro m,
„	6,3	„	85	„ „ „ „	„	2	„	„	15	„	„ „
„	15,8	„	57	„ „ „ „	„	5	„	„	10	„	„ „
„	63,3	„	28	„ „ „ „	„	20	„	„	5	„	„ „

„ 94,9 und mehr Fufs 23 Wiener Centner per Fufs; bei 30 und mehr Meter Spannweite 4 t pro m, wobei für die dazwischen fallenden Tragweiten die nötigen Interpolationen zu machen sind.

Insofern die vorstehende gleichmäfsige Belastung nicht eine gröfsere Inanspruchnahme hervorbringt, mufs überdies in Rechnung genommen werden, dafs über jedes Gleis mit 13 Tonnen (232 Wiener Centner) belastete Räderachsen zu gehen haben.

Bei kontinuierlichen Trägern mufs darauf Rücksicht genommen werden, dafs die gleich verteilte Probelast in zwei (aber nicht mehrere) Stücke getrennt sein kann, so zwar, dafs z. B. das zweite und vierte Brückenfeld beladen sind, während die drei an- oder dazwischen liegenden Felder unbelastet bleiben.

Bei Brücken von mehr als 20 m (10,5 Klafter) Trägerlänge mufs der mit etwaiger Entgleisung verbundenen Gefahr durch besondere Vorkehrungen entgegengetreten werden, als da sind: Verstärkung des Dielenbodens in Rücksicht auf eine allenfalls in jedem Punkte auszuhaltende Last von 6500 kg (116 Wiener Centner), Anwendung von Sicherheitslangschwellen, Erhöhung der Seitenpfade über die Schienenfläche. Bei kleineren Brücken sind ähnliche Vorrichtungen empfohlen.

§ 3. Unter Zugrundelegung der im § 2 bestimmten zufälligen Belastung und des Eigengewichtes der Konstruktion darf sich bei Zug, Pressung oder Schub keine höhere Inanspruchnahme des Schmiedeeisens ergeben, als 800 kg auf das Quadrat-Centimeter (991 Wiener Centner auf den Quadratzoll) nutzbare Querschnittsfläche (d. h. nach Abzug der Nietenlöcher etc.)

Bei Berechnung des Widerstandes der Nieten ist diese Zahl wenigstens auf 600 kg (74,3 Centner) herabzusetzen, auch nach den Regeln der Knickfähigkeit für diejenigen Stücke zu mildern, welche gegen seitliches Ausweichen nicht gebührend gesichert sind.

Gufseisen soll im allgemeinen, insbesondere aber in der freitragenden Konstruktion, nicht auf Zug beansprucht werden. Die Beurteilung der dabei auf Pressung zulässigen Inanspruchnahme bleibt auf die einzelnen Fälle vorbehalten.

§ 4. Auf Bahnen, welche von ungewöhnlich schweren Lokomotiven befahren werden sollen, können die in den § 2 und 3 enthaltenen Bestimmungen von der Regierung verschärft werden.

Auf Vizinalbahnen von abweichender Spurweite oder bei Verwendung von Stahl oder Eisen aufserordentlicher Qualität, sowie überhaupt in Ausnahmefällen, können die erwähnten Bedingungen auf Ansuchen der Beteiligten auch gemildert werden.

§ 5. Nicht entsprechend befundene Bauprojekte werden unter Angabe der Mängel zur Umarbeitung zurückgewiesen."

Schweiz. Es gilt als Minimalmafsstab 1:200, und ist vorgeschrieben, bei Einsendung der Pläne die Baubedingungen mitzuteilen, damit aus denselben die Solidität der Brücken, sowie die Art und Weise ihrer Erprobung ersehen werden kann.

Frankreich. Für Dimensionen nicht über 25 m ist der Mafsstab 1:50, von 25 bis 100 m 1:100, über 100 m 1:200 zu wählen. Für Details kann der Mafsstab von 1:20 bis 1:5 variieren, es mufs jedoch immer ein einfaches Decimalverhältnis gebraucht werden.

Im Querschnitt der Fundierungen soll die Natur und Höhe der diversen Erdschichten durch Farben oder Linien ersichtlich gemacht, sowie auch alle Wasserverhältnisse in Blau angegeben werden. Es sollen in jede Zeichnung so viele Mafse eingeschrieben werden, als zum klaren Verständnis der Projekte nötig sind, dabei sollen jedoch die Hauptdimensionen in mehr hervortretenden Zahlen angegeben werden.

Belgien. Für Kunstbauten wird in der Regel ein Mafsstab von 1:50 verlangt. Auch mufs bei jedem Projekt für Kunstbauten oder Wegeübergänge eine Situation im Mafsstabe 1:1000 beigefügt werden, woraus die Beziehung dieser Bauten zu bestehenden Wegen und Wasserläufen ersichtlich ist.

Der Minister für öffentliche Arbeiten hat das Recht, auf Kosten der Konzessionäre die zur Beurteilung des Projektes nötigen graphischen Operationen vornehmen zu lassen.

In **Italien** wird ähnliches wie in Preufsen verlangt. Für die Durchschneidung von Ortschaften wird jedoch besonders ein allgemeiner Plan der bezüglichen Teile im Mafsstabe 1:500 mit einem Längenprofile im gleichen Mafsstabe für die Längen und 1:20 für die Höhen, sowie die Grundrisse der Häuser, welche niedergerissen werden sollen, gefordert. In allen Zeichnungen mufs das, was entfernt werden soll, gelb, die neuen Bauten rot gezeichnet werden.

Auch sind die Schwellen der Nachbarhäuser, die Pegel der Wasserläufe, Höhe der Strafsen und was sonst zur Beurteilung nötig ist, anzugeben.

3. Oberbau.

Preufsen. „§ 6. Die allgemeine Anordnung des Oberbaues ist nach einem Mafsstabe von 1:30 der natürlichen Gröfse darzustellen, nach demselben Mafsstabe ist die zur Sicherstellung der Schienen u. s. w. bei den Wegeübergängen in gleicher Höhe gewählte Konstruktion aufzuzeichnen. Von den Profilen der Schienen, von den Laschen-Verbindungen, den Unterlagsplatten, den Schrauben und den Schienennägeln sind Zeichnungen in wirklicher Gröfse, bei denen die resp. Gewichte einzuschreiben, mit vorzulegen."

Sachsen. Es wird die Zeichnung des zu legenden Oberbaues für einige Schienenlängen mit Bettung im Mafsstabe von 1:100, die zugehörigen Querschnitte im Mafsstabe von 1:25 verlangt.

Die Ausweichevorrichtungen sind in 1:100 und die Details in 1:10 anzugeben. Drehscheiben, versenkte Gleise, Signale, Einfriedigungen etc. sollen im Mafsstabe 1:50 bis 1:5 nach Befinden gezeichnet werden.

Für Schienen, Laschen etc. wird wie in Preufsen und den meisten übrigen Ländern die Darstellung in natürlicher Gröfse verlangt.

4. Bahnhofsanlagen.

Preufsen. „§ 7. Von jeder Bahnhofsanlage und Haltestelle ist ein Situationsplan, in der Regel nach einem Mafsstabe von 1:1000 der wirklichen Gröfse einzureichen, auf dem nicht nur sämtliche Gebäude, sondern auch die nächsten Umgebungen und die zum Bahnhofe führenden Wege anzugeben sind. Aufserdem sind sämtliche Bahngleise mit allen Weichen und Kreuzungen, die Perrons,, die Drehscheiben, die Wasserkrahnen, die Lösch- und Reinigungsgruben etc. einzuzeichnen, sowie die Krümmungs- und Gefälleverhältnisse der Bahnlinie und die Nordlinie darin anzugeben."

Sachsen. Ähnliche Bestimmungen gelten in Sachsen; überdies soll die Terraingestaltung durch kolorierte Horizontalkurven angegeben werden.

In **Österreich** wird für diese Pläne der Mafsstab von 1:1000 verlangt.

Schweiz. Es werden keine besonderen Projekte verlangt, nur sollen die Gleisanlagen in den im Mafsstabe 1:1000 vorzulegenden Situationsplänen genau eingetragen sein.

In **Frankreich** und **Belgien** ist der Mafsstab 1:500 vorgeschrieben.

5. Behandlung der Zeichnungen.

Preufsen. „§ 8. Alle Pläne und Zeichnungen sind im Format eines halben Whatmanbogens anzufertigen und wo es erforderlich ist, klappenartig aneinander zu kleben.

Alle Pläne und Zeichnungen sind ohne Ausnahme in Mappen einzusenden."

Sachsen. Die Pläne und Zeichnungen sind auf Leinwand gezogen in Dimensionen von 60 und 45 cm oder in Gröfse des gewöhnlichen Schreibpapiers in Mappen oder eingebunden vorzulegen.

Österreich. „Die Pläne jeder zu gleichzeitiger Eröffnung bestimmten Bahnstrecke sind für die ganze Ausdehnung dieser Bahnstrecke zugleich einzureichen, es sei denn, dafs besondere Ausnahmsgründe geltend zu machen wären.

Die vorzulegenden Zeichnungen und Schriftstücke sind im Format von 8 zu 13 Wiener Zoll (21 auf 34 cm) zusammengefaltet und mit entsprechender Überschrift versehen, einzureichen. Muster der verschiedenen Pläne können bei der Generalinspektion eingesehen werden.

Alle diejenigen Vorlagen, welche die Verfasser mit der Genehmigung der Regierung zurück zu bekommen wünschen, müssen in doppelter Ausfertigung gemacht werden.

Der in Anwendung gebrachte Verjüngungsmafsstab mufs auf jeder Zeichnung eingeschrieben sein. Auf den im Metermafs abgefafsten Zeichnungen mufs, so lange dasselbe nicht gesetzlich eingeführt, der entsprechende Mafsstab in Wiener Mafs eingezeichnet sein."

Schweiz. Für sämtliche Planvorlagen sind Schemata aufgestellt, an welche sich die Konzessionäre zu halten haben. Sämtliche Dokumente sind von dem Verfasser und der kompetenten Behörde der Gesellschaft zu unterzeichnen.

Frankreich. Es existieren sehr ausführliche allgemeine Bestimmungen, die hier in kurzem Auszuge folgen:

In der oberen Ecke der Pläne ist zu schreiben „Richtung von (Abgangs- und Ankunftsstation)." Zur gröfseren Übersicht soll an beiden Enden der Längenprofile die ungefähre Entfernung von den vorhergehenden resp. folgenden gröfseren Bevölkerungs-Mittelpunkten angegeben werden.

Alle Ortschaften, Besitztümer, Wasserläufe etc., die in den Akten genannt werden, sollen auch in den Plänen bezeichnet sein. Die kleinsten Buchstaben dürfen nicht unter 2 mm hoch sein. Mafsstäbe sollen graphisch und in Zahlen gegeben werden. — Die Pläne sind soviel als möglich auf Leinwand aufzuziehen und sollen im Formate von 0,36 m Höhe und 0,21 m Breite vorgelegt werden.

Die Ingenieure sollen folgendermafsen unterschreiben:

Projektiert:	Der Ingenieur oder: Ingenieur-Assistent.
Revidiert und vorgelegt:	Der Ober-Ingenieur.

Bei Verhandlungsprotokollen sollen die bezüglichen Pläne etc. stets beigefügt werden und mit denselben Unterschriften versehen sein.

6. Erläuterungsbericht und Kostenanschläge.

Preufsen. „§ 9. In dem Erläuterungsberichte ist der Zweck der Bahn, die Beschaffenheit des Terrains, die hiernach ermittelte Richtung darzulegen, auch sind die Neigungs- und Krümmungsverhältnisse zu erörtern. Demnächst ist die Anordnung und Konstruktion der entworfenen Bauwerke nach den Titeln des Überschlages (§ 2) vollständig zu erläutern. Alle örtlichen Verhältnisse, die auf den Bahnbau von Einflufs sind, sowie die Zeit, in der man den Bau zu vollenden beabsichtigt, müssen gleichfalls aufgeführt werden."

In allen besprochenen Ländern werden ausführliche Erläuterungsberichte verlangt, sodafs die Wahl und Zweckmäfsigkeit, sowie die Rentabilität der Linie nach allen Richtungen zu beurteilen ist.

Preufsen. „§ 10. Die generellen Vorarbeiten, auf deren Grund die Konzession erteilt ist, sind den speciellen Ausarbeitungen beizufügen.

§ 11. Die Bearbeitung der Kostenanschläge mufs demnächst nach den in § 2 für die Überschläge vorgeschriebenen Titeln erfolgen."

Wenn auch in den übrigen besprochenen Ländern die Einreichung eines Kostenanschlags zu den definitiven Projekten nicht von vornherein vorgeschrieben ist, so steht es doch überall der Regierung frei, einen solchen zu verlangen und wird dabei in Frankreich und Italien eine Erläuterung der gewählten Einheitspreise, sowie eine Massendisposition für die Erdarbeiten verlangt.

Aufserdem gelten in den folgenden Ländern für specielle Vorarbeiten noch die nachstehenden Bestimmungen:

Sachsen. Es werden Querprofile des Terrains mit den eingetragenen Querprofilen der Bahn, mindestens für die einzelnen Stationen verlangt. Der Mafsstab für Längen und Höhen ist 1:200. Mittel- und Hochwasserstände, deren Spiegel den Bahndamm berührt, sind in dieselben einzutragen. Dem Gleiten oder der Kompression unterworfene, nicht tragfähige Bodenschichten sind in den Querprofilen soweit thunlich kenntlich zu machen.

Österreich. Es wird ebenfalls eine Sammlung der wichtigeren Querprofile mit Angaben der Sondierungsresultate verlangt.

Italien. Die Querprofile sollen in genügender Zahl eingereicht werden, um die Richtigkeit der Erdberechnungen nachzuweisen. Sie dürfen auf demselben Blatte mit dem Längenprofil aufgetragen werden.

Die einzutragenden Auf- und Abtragsmassen müssen aus den gegebenen Dimensionen und Zahlen abgeleitet werden und dürfen nicht auf graphischem Wege bestimmt werden.

Frankreich. Die gestellten Vorschriften sind in der Hauptsache die nämlichen wie in Italien.

§ 20. Bestimmungen in Bezug auf den Bau und Betrieb der Bahnen, soweit sie für die Vorarbeiten von Einfluſs sind.

Für **Deutschland** gelten in Bezug hierauf in erster Linie die schon in § 4 gegebenen Bestimmungen aus: 1. den „Normen für die Konstruktion und Ausrüstung der Eisenbahnen Deutschlands“, 2. den „technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen“, 3. dem „Bahnpolizei-Reglement“ und 4. der „Bahnordnung für Bahnen untergeordneter Bedeutung“. Ohne diese zu wiederholen werden wir hier die abweichenden resp. ergänzenden Vorschriften besprechen, welche in den einzelnen Ländern bestehen.

1. Planum.

Über die Frage, ob die Bahn ein- oder zweigleisig anzulegen ist, sind die Bestimmungen überall insofern übereinstimmend, daſs das Terrain gleich für zweigleisige Bahnen erworben werden soll, sofern die spätere Anlage eines zweiten Gleises zu erwarten steht. Nach dem Entwurfe des deutschen Reichseisenbahngesetzes sollten in der Regel die gröſseren Bauwerke gleich für zwei Bahngleise, die Erdarbeiten dürfen jedoch eingleisig ausgeführt werden.

Das Gleiche gilt in **Belgien** und **Frankreich.**

Bayern. Für die Staatsbahnen ist das Prinzip der vorläufig einfachen Bahnanlage auf zweigleisigem Terrain bis ins Äuſserste durchgeführt und in der Instruktion Folgendes bestimmt:

„Die Bahn wird nach specieller Verfügung rechts oder links der Mittelachse ausgeführt, wobei ein Wechsel des auszuführenden Gleises auf oder zwischen den Stationen nicht ausgeschlossen ist, wenn die Ausführungskosten hierdurch gemindert werden können. Die Kunstbauten sollen nur in jenen Fällen und nur soweit für Doppelbahn zur Ausführung kommen, als wegen schwieriger Fundation oder kostspieliger Rüstung die spätere Ausführung der Doppelbahn abnorm groſsen Aufwand verursachen würde, oder Stabilitätsrücksichten die sofortige Ausführung auf Doppelbahn erfordern.

Bei den für einfache Bahn zur Ausführung kommenden Objekten ist die Konstruktion mit Rücksicht auf spätere Ergänzung auf Doppelbahn zu wählen.

Der Bahndamm ist bei allen Überfahrten auf 20 m Gesamtlänge und bei allen für Doppelbahn ausgeführten Kunstbauten auf je circa 10 m von Anfang und Ende des Mauerwerks, auf Moorgrund durchgehends für Doppelbahn zu projektieren.

Zur Gewinnung resp. Ablagerung von Material darf nur dann das zweite Gleise in Angriff genommen werden, wenn eine Seitenentnahme oder anderweite Ablagerung gröſseren Kostenaufwand erfordert.“

2. Gefälle und Kurven.

Bayern. Es sollen im Flachlande keine Radien unter 750 m, im Hügellande unter 600 m Anwendung finden. Keine Steigung darf unter 300 m lang sein. Konkave Brechpunkte zwischen Horizontalen und der Maximalsteigung sind durch Zwischensteigungen zu vermitteln. Stationen sollen wenigstens auf 600 m Länge gerade und horizontal sein.

Schweiz. Die Gefällwechsel sind, wie auch nach den Bestimmungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen, durch möglichst groſse Kurven abzurunden.

„Zwischen Gegengefällen und Gegensteigungen soll eine horizontale Strecke von mindestens 60 m angelegt werden.

Bei Bahnhöfen ist nur ein Maximalgefälle von 3‰ zulässig.“ Kurven sollen auſserhalb der Bahnhöfe nicht unter 250 m Radius erhalten, während in den Bahnhöfen 180 m als Minimalradius gilt; zwischen entgegengesetzten Kurven muſs eine Gerade von wenigstens 25 m sein.

Frankreich. Die Maximalsteigungen und Minimalradien werden in den Konzessionsbedingungen für jede Bahn besonders festgesetzt. Zwischen entgegengesetzen Kurven oder Gefällen soll eine Gerade resp. Horizontale von 100 m eingefügt werden. Bei kleinen Radien soll das Neigungsverhältnis verkleinert werden.

Belgien. Der Minimalradius ist auf 500 m festgesetzt. Derselbe darf jedoch bei besonderen lokalen Verhältnissen auf 350 m reduziert werden.

In Tunnels, sowie in Kurven unter 500 m soll das Gefälle möglichst gering angenommen werden.

Bei gröfseren Überführungen der Bahn soll dieselbe soviel als möglich gerade und mit geringer Neigung hergestellt werden, wenigstens auf eine Entfernung von 100 m beiderseits, wenn die Bauwerke nicht ganz gemauert werden. Für die Verbindung von entgegengesetzten Kurven und Gefällen gilt dasselbe wie in Frankreich.

Italien. Zahlen sind nicht vorgeschrieben, nur sollen die Radien und Neigungsverhältnisse innerhalb der für einen sichern und regelmäfsigen Betrieb nötigen Grenzen bleiben.

3. Spurweite.

Die Spurweite ist in den besprochenen Ländern auf 1,435 bis 1,45 m (Frankreich) festgesetzt.

4. Normalprofil.

Italien. Der freie Raum soll so gewählt werden, dafs nicht allein die freie Durchfahrt der Wagen, sondern auch die sichere Bewachung und Unterhaltung ermöglicht wird.

In **Holland** gilt das deutsche Normalprofil.

5. Gleisentfernung.

In der **Schweiz, Frankreich** und **Belgien** ist auf der freien Bahn die Minimalentfernung 3,50 m von Mitte zu Mitte der Gleise vorgeschrieben.

Italien. Zwei Züge sollen sich ungehindert kreuzen können.

6. Kronenbreite, Trockenlegung der Bahn und Bettung.

Frankreich. Die Entfernung der äufseren Schienenkante soll von der oberen Böschungskante der Bettung wenigstens 1 m betragen; an jeder Seite der unteren Böschungskante der Bettung soll ein Banquet von 0,50 m frei bleiben.

Bahngräben sind vorgeschrieben. Die Dimensionen derselben werden auf Antrag der Eisenbahngesellschaft von der Regierung festgesetzt.

Belgien. Auf der freien Bahn soll die Kronenbreite der Bettung in der Höhe der Schienenunterkante für eingleisige Bahnen in minimo 3,50 m, für zweigleisige Bahnen 7 m betragen. Es soll wenigstens 0,25 m Bettung unter und 0,05 bis 0,10 m über den Schwellen liegen. Proben des Bettungsmaterials sind dem Ministerium für öffentliche Bauten zur Genehmigung vorzulegen.

Die Böschungen der Bettung sind $1^1/_2$fach anzulegen. Zu beiden Seiten der unteren Bettungskante soll eine Berme angelegt werden, gewöhnlich 0,50 m breit, doch bei Dämmen von mehr als 6 m Höhe sogar 1 m breit.

Das Planum soll zu beiden Seiten der Mittellinie eine Neigung von 0,03 m pro Meter erhalten. In den Einschnitten sind Gräben vorgeschrieben; deren Sohle mindestens 0,3 m breit sein und 0,3 m tief unter der die Bettung begrenzenden Berme liegen soll. Dieselben sollen im allgemeinen von der Einschnittsböschung durch eine Berme von 0,50 m in der Höhe der Schienenunterkante geschieden werden. Wenn die Regierung es für nötig hält, sollen auch an den Böschungsoberkanten bei Einschnitten, sowie an den Böschungsunterkanten bei Dämmen Gräben angelegt werden; es mufs dabei immer eine Berme von 0,50 m zwischen den Gräben und den Böschungen liegen.

Im allgemeinen soll das Böschungsverhältnis $\frac{1}{1}$, $\frac{5}{4}$ oder $\frac{3}{2}$ sein, je nachdem die Höhe des Einschnittes oder Dammes unter 3 m, zwischen 3 und 4 m oder über 4 m beträgt.

Wenn Boden neben Einschnitten abgesetzt werden soll, mufs die Entfernung der Böschungsoberkante des Einschnittes zur Böschungsunterkante des Aussatzbodens wenigstens 2 m betragen.

Der ganzen Bahn entlang sollen Schutzstreifen von 0,50 bis 1 m frei bleiben.

Italien. Es wird nur gesagt, die Böschungen sollen so gewählt werden, dafs aller Gefahr für Störung des Betriebes vorgebeugt ist. In Einschnitten und bei niedrigen Dämmen sind Gräben vorgeschrieben.

7. Schienen: Lage und Befestigung derselben.

Schweiz. „Der Fufs der breitbasigen Schienen soll wenigstens $^5/_6$, der Kopf $^1/_2$ der Höhe betragen. Bei Vignolesschienen mufs der Hals $^1/_8$ der Höhe sein. Die Schienen müssen mit starken Laschen und mindestens 4 Schrauben verbunden werden."

Der schwebende Stofs ist nur mit starken mindestens 0,40 m langen Laschen herzustellen. Die den Schienenstöfsen zunächstliegenden Schwellen sollen, damit sie gehörig unterstopft werden können, wenigstens 0,3 m Zwischenraum haben.

Die Befestigungsmittel sind, wie nach den deutschen Vereinbarungen, mindestens 38 mm unter dem höchsten Punkte des Schienenkopfes anzubringen.

Frankreich. Der Oberbau soll in solider Weise aus gutem Materiale hergestellt werden. Das Minimalgewicht der Schienen ist bei Querschwellen auf 35 kg, bei Langschwellen auf 30 kg pro lauf. m festgesetzt.

Belgien. Das Minimalgewicht von schmiedeisernen Schienen ist auf 34 kg pro lauf. m bestimmt, während die Entfernung der Unterstützungspunkte höchstens 1 m betragen darf.

Italien. In Bezug auf den Oberbau ist bestimmt, dafs derselbe die nötige Stabilität und Widerstandsfähigkeit haben mufs.

8. Schwellen.

Nur in **Belgien** wird der Gebrauch von eichenen Schwellen vorgeschrieben. Die Regierung kann jedoch den Gebrauch anderer, aber dann imprägnierter Holzarten gestatten.

Für die Stofsschwellen und in Kurven unter 1000 m Radius, wo keine Unterlagsplatten in Anwendung kommen, soll immer Eichenholz verwendet werden.

9. Schutzschienen.

Österreich. Durch Erlafs der General-Baudirektion vom 4. Januar 1851 wurde bestimmt, dafs Schutzschienen bei Wegen, auf denen kein schweres Fuhrwerk verkehrt, unterbleiben können. Wo dieselben jedoch angebracht sind, soll die Rinne 2½ Zoll (66 mm) breit und 1½ Zoll (39 mm) tief sein.

Schweiz. Wie bei den deutschen Vereinbarungen ist das Anbringen von Schutzschienen in der Schweiz nur bei Wegeübergängen und in Bahnhöfen gestattet.

Frankreich. Das Anbringen von Schutzschienen war der Gegenstand einer genauen Untersuchung seitens der Regierung. In einem 1846 erlassenen Bahnpolizeireglement war die Frage insofern unentschieden geblieben, als darin Folgendes verfügt wurde: Wenn Schutzschienen im Interesse der öffentlichen Sicherheit für nötig gehalten werden, soll die Eisenbahngesellschaft dieselben an den von der Regierung angegebenen Stellen anbringen. Am 2. März 1859 wurde eine ministerielle Cirkularverfügung den Gesellschaften mitgeteilt, worin auf diesen Passus Bezug genommen wurde, und die in der Hauptsache als Resultat der Untersuchung Folgendes enthielt: Man war einstimmig der Ansicht, dafs bei grofsen Viadukten und hohen Aufträgen die Nützlichkeit von Streichschienen, um Entgleisungen vorzubeugen, zweifelhaft sei, und dafs diese Vorkehrung andererseits mehr Gefahr als Sicherheit an den Stellen mit sich bringt, wo die Bahn nicht ganz speciell beaufsichtigt ist.

Bei Wegeübergängen jedoch wird die Anwendung von Schutzschienen zur Erhaltung des Weges geboten und fallen die Rücksichten auf Gefahr durch die stetige Bewachung fort. Es wurde hiernach das Anbringen derselben bei Wegeübergängen zur Pflicht gemacht.

10. Bauwerke.

Überall ist den Eisenbahngesellschaften die Verpflichtung auferlegt, alle Kunstbauten und sonstigen Anlagen herzustellen, welche zur Verhütung resp. Beseitigung von Nachteilen für benachbarte Grundstücke oder zur Sicherung des öffentlichen Interesses durch den Bahnbau nötig werden. Diese Bestimmung kommt entweder in den Eisenbahngesetzen, den Bedingungsheften oder wie in Preufsen in dem Expropriationsgesetze vor.

Im allgemeinen ist somit die Anlage von Bauwerken geregelt. Die Details und Mafse für die Lichtweite etc. dieser Bauwerke werden meistens erst bei der landespolizeilichen Prüfung der Bahnanlage auf Vorschlag der Gesellschaft von der Regierung festgesetzt.

Preufsen. Die Regierung stellt die nötigen Anlagen fest. Für die Fahrbahn von Feldweg-Unter- resp. Überführungen ist jedoch allgemein durch Ministerial-Reskript vom 27. Dezember 1873 als Minimalmafs die lichte Weite von 4,5 m vorgeschrieben. Der Gesellschaft bleibt innerhalb 10 Tagen nach Zustellung des bezüglichen Beschlusses Rekurs an die vorgesetzte Ministerial-Instanz offen.

Bayern. Für Fundation der Bahndurchlässe ist 1 m, für Wegedurchlässe 0,80 m Frosttiefe anzunehmen. Die Minimalstärke des Betons ist 1 m. Die Minimallichthöhe der Deckeldurchlässe für die Bahn beträgt 1,23 m, die der Durchfahrten 4,2 m. Im allgemeinen sind Böschungsflügel den Stirnflügeln vorzuziehen, bei Durchfahrten aber nur dann zu wählen, wenn nur ein einziger Weg ohne starke Einmündungskurven durch dieselben führt. Stirnflügel können bei Dammhöhen über 6 bis 7 m oft mit Vorteil durch halb eingefüllte Bögen ersetzt werden.

Österreich. Brücken, Durchlässe, Viadukte etc. sind in der Nähe von Stationen grundsätzlich mit Geländern oder Brüstungsmauern zu versehen. Offene Brücken sollen stets bedielt sein. Eingleisige Tunnels dürfen der Ventilation halber nicht über 1000 m lang sein.

Frankreich. In den Konzessionsbedingungen sind die Bauwerke, vorzüglich die Unter- und Überführungen, einer ausführlichen Behandlung unterzogen. Beim Übergang der Bahn über eine Staats-, Departements- oder Vizinalstrafse wird die Weite von der Regierung nach lokalen Umständen festgesetzt, keinenfalls darf dieselbe jedoch geringer sein, als 8 m für eine Staatsstrafse, 7 m für eine Departementsstrafse und 5 bis 4 m für einen Vizinalweg. — Für gewölbte Unterführungen soll die Höhe des Gewölbescheitels wenigstens 5 m über dem Wege sein. Für Unterführungen mit horizontalen Trägern genügt eine Höhe von 4,30 m unter den Trägern. Die Minimalbreite zwischen dem wenigstens 0,80 m hohen Brüstungsmauerwerk ist für doppelgleisige Bahnen 8 m, für eingleisige 4,50 m. Die Höhe der Brüstung soll nach einer Cirkularverfügung vom 31. August 1855 für Bauwerke innerhalb einer Entfernung von 200 m der Bahnhöfe wenigstens 1,50 m sein. Dasselbe gilt für Überbrückung von Flüssen, Kanälen etc. Bei Überführungen gelten dieselben Breiten wie oben für die verschiedenen Wege, während die lichte Weite 8 m oder 4,50 m zwischen den Widerlagern sein mufs, je nachdem die Bahn zwei- oder eingleisig ist. Die Vertikalhöhe über der äufseren Schienenreihe soll wenigstens 4,80 m sein.

Zweigleisige Tunnels sollen zwischen den senkrechten Widerlagern wenigstens 8 m breit sein und eine Höhe von 6 m bis zum Gewölbscheitel erhalten. Die kleinste zulässige Vertikalentfernung von der Laibung bis zu der äufseren Schienenreihe ist 4,80 m. — Die Luft- und Förderschächte sind mit 2 m hohen Mauern einzufriedigen und dürfen diese Öffnungen nie auf einem öffentlichen Wege liegen.

Alle Bauwerke sollen in der Regel aus Stein oder Eisen hergestellt werden, die Regierung kann jedoch die Verwendung von anderem Material als Ausnahme gestatten.

Belgien. Es gelten als Minimalbreiten für Unter- und Überführungen 4,50 bis 7 m nach der Art der Wege. Der Fahrweg mufs 3 bis 5 m breit sein und beiderseits durch Fufsgänger-Banketts eingeschlossen werden. Bei Unterführungen ist die Minimalhöhe an den Wegekanten 4,50 m.

In den Tunnels und Überführungen mufs wenigstens 1,50 m freier Raum an beiden Seiten der Bahn bleiben. Die Höhe über Schienenoberkante soll bei Tunnels wenigstens 5 m, bei Überführungen 4,80 m sein. — In den Tunnels sollen Nischen zum Ausweichen angebracht werden.

Bei allen Bauwerken aus Mauerwerk soll die Scheitelhöhe oder die Länge so grofs gemacht werden, dafs die Stirnmauern über dem Gewölbe möglichst niedrig werden. Bei Aufträgen von mehr als 3 m Höhe sollen die Gewölbe- und Widerlagerstärken nach speciellen Angaben des mit der Staatsaufsicht beauftragten Beamten ausgeführt werden.

Durchlässe sollen wenigstens 0,60 m weit und 1 m hoch sein. Unter grofsen Aufträgen sollen diese Dimensionen nach den Angaben der Regierung vergröfsert werden. Die Pflasterung soll im allgemeinen bis zum Ende der Flügel ausgeführt werden.

Das System und die Tiefe der Fundierung werden während der Ausführung nach der Terrainbildung und dem voraussichtlichen Drucke durch die Beamten der Gesellschaft in Gemeinschaft mit dem oberen Aufsichtsbeamten festgesetzt. Bei Meinungsdifferenzen ist ein Rekurs an das Ministerium zulässig. Auf Kosten der Gesellschaft können seitens der Regierung Schürfversuche gemacht und Probepfähle geschlagen werden. — Die Bauwerke sollen in der Regel aus Stein oder Schmiedeisen hergestellt werden.

Weder Gufseisen noch Holz dürfen zu Längsträgern verwendet werden. Die Form und Dimensionen sind bei schmiedeisernen Brücken so zu wählen, dafs die Inanspruchnahme nicht gröfser als 6 kg pro qmm wird.

Italien. Die Bestimmungen sind wieder allgemein gehalten. Die lichte Höhe der Tunnels soll um einige Decimeter gröfser sein, als bei den Überführungen; diese Differenz soll mit der Länge des Tunnels steigen.

Bauwerke, die infolge ihrer Konstruktionsart eine periodische Ausbesserung erfordern, sollen so hergestellt werden, dafs diese ohne Einstellung des gewöhnlichen Betriebes vorgenommen werden kann.

Holland. In Bezug auf die Konstruktion von Drehbrücken wird speciell vorgeschrieben, dafs ihre Stellung bei Tag und Nacht von der Bahn aus erkenntlich sein mufs und zwar vermittels eines selbstwirkenden mit der Drehvorrichtung verbundenen Signales.

11. Wege-Übergänge.

Preufsen.[71]) Nach den Circular-Reskripten des Handelsministers vom 27. Juli 1850 und vom 17. Mai 1871 ist Folgendes verfügt:

Die Wegeübergänge in gleicher Ebene mit der Bahn sind mit starken, leicht sichtbaren Barrièren zu schliefsen. Die Entfernung der verschlossenen Barrière von der Mitte des nächsten Bahngleises soll mindestens 12 Fufs = 3,77 m betragen.

Bei Wege- resp. Chausseekorrektionen und Anlage von Parallelwegen kommt das Ministerial-Reskript vom 17. Mai 1871 über den Bau der Kunststrafsen in Betracht. Darin wird unter anderem verfügt: „Starke Krümmungen sollen möglichst vermieden werden; sind diese nicht zu umgehen, so ist bei einem Radius von 75 m oder weniger auf eine angemessene Erbreiterung Bedacht zu nehmen.

Als Maximalsteigung gelten in der Regel:

a. in gebirgigen Gegenden 50 mm pro m Länge = 5%,
b. im Hügellande 40 mm pro m Länge = 4%,
c. im Flachlande 25 mm pro m Länge = 2,5%.

Bei anhaltender Steigung von gröfserer Gesamthöhe als 30 m und stärkeren Steigungen als 4% ist auf jeder folgenden Höhe von 30 m das Gefälle um 0,5% zu ermäfsigen bis das Verhältnis von 4% erreicht ist. Gleichzeitig in Entfernungen von 600 bis 800 m Ruheplätze von 30 m Länge mit Steigung von höchstens 1%. Horizontale Strecken nur bei freier Lage und bei besonders guter Entwässerung zulässig.

Bei Disponierung des Längenprofils ist das Gefälle nicht anders als nach ganzen Millimetern pro Meter Länge zu normieren.

Die Strafsenkrone ist wenigstens 0,6 m über den bekannten höchsten Wasserstand zu legen.

---

[71]) Bezüglich der Mitbenutzung öffentlicher Wege zur Anlage von Eisenbahnen untergeordneter Bedeutung ist seitens des Ministers der öffentlichen Arbeiten unter dem 8. März 1881 nachstehende Verfügung erlassen:

„Bei Aufstellung und Prüfung von Projekten für Eisenbahnen untergeordneter Bedeutung, für welche die Mitbenutzung von Chausseen oder anderen öffentlichen Wegen in Aussicht genommen ist, sind bezüglich der Beurteilung der allgemeinen Bedingungen für die Zulässigkeit dieser Mitbenutzung, sowie bezüglich der Bemessung der im Falle der Mitbenutzung für das Landfuhrwerk frei zu haltenden Wegbreiten die nachstehend angegebenen Grundsätze zu beachten, soweit nicht besondere Verhältnisse Abweichungen zweckmäfsig oder notwendig erscheinen lassen.

1. Die Mitbenutzung eines öffentlichen Weges zur Anlage einer Eisenbahn untergeordneter Bedeutung in der Weise, dafs der Bahnkörper von dem für die Benutzung durch das gewöhnliche Fuhrwerk übrig bleibenden Teile des Weges durch Einfriedigung, Gräben, Baumreihen oder in sonstiger Weise nicht vollständig getrennt ist, darf, bis hierüber weitere Erfahrungen vorliegen, in der Regel nur dann zugelassen werden, wenn die für die Eisenbahnzüge in Aussicht genommene Maximalfahrgeschwindigkeit (§ 27 der Bahnordnung für deutsche Eisenbahnen untergeordneter Bedeutung vom 12. Juni 1878) 20 km pro Stunde nicht übersteigt.

Ob und in welchem Mafse eine Beschränkung dieser Maximalgeschwindigkeit bei dem Durchfahren von Ortschaften oder für einzelne sonstige besonders frequente Wegestrecken vorzuschreiben ist, mufs der Erwägung und Festsetzung für jeden einzelnen speciellen Fall überlassen bleiben.

2. Das Eisenbahngleise ist in der Regel derartig anzuordnen, dafs der für den Verkehr des Landfuhrwerks verbleibende Wegeteil auf einer Seite der Eisenbahn liegt.

Bei der Bemessung der Breite dieses Wegeteils wird es nur in Ausnahmefällen erforderlich sein, auf eine solche Breite der Fahrstrafse Bedacht zu nehmen, dafs der Eisenbahnzug und zwei Landfuhrwerke gleichzeitig auf derselben Stelle aneinander vorbeifahren können. Es wird vielmehr in der Regel genügen, wenn eine solche Breite neben dem Bahngleise disponibel bleibt, dafs sowohl ein Landfuhrwerk von der gröfsten vorkommenden Ladebreite (etwa 3 m) neben einem Bahnzuge passieren kann, als auch zwei Landfuhrwerke von der gröfsten vorkommenden Ladebreite einander dann ausweichen können, wenn kein Bahnzug dieselbe Stelle passiert.

Zur Erfüllung dieser Bedingungen wird es, sofern der Raum zwischen und neben den Schienen so beschaffen ist, dafs derselbe vom Landfuhrwerk befahren werden kann, genügen, wenn, von den am meisten ausladenden Teilen der Lokomotiven und Eisenbahnwagen ab gerechnet, eine Breite von 4 m für den Verkehr des Landfuhrwerks völlig frei bleibt.

Bei normalspurigen Bahnen würde hiernach unter Zugrundelegung der in den „Normen für Konstruktion und Ausrüstung der Eisenbahnen Deutschlands vom 12. Juni 1878" für die Eisenbahnbetriebsmittel festgesetzten Maximalausladung von 3,15 m die Entfernung der Gleismitte von der durch die Baumreihe oder in anderer Weise gebildeten Begrenzung des freien Raumes des Weges ca. 5,6 m betragen.

Ist dagegen der von dem Bahngleis in Anspruch genommene Raum für Landfuhrwerk nicht benutzbar, so würde die für das Landfuhrwerk erforderliche Wegebreite zwischen dem Punkte, bis zu welchem das Rad eines

Erhebt sich das Planum der Strafse nicht wenigstens 0,60 m über das Terrain, oder ist dasselbe ganz oder teilweise in das Terrain eingeschnitten, so ist auf beiden Seiten, resp. der einen Seite ein Graben anzulegen. Aufserdem sind überall da, wo durch Anlage der Strafse der natürliche Abflufs des Wassers behindert oder konzentriert wird, Vorflutgräben anzulegen. Die Dimensionen der Gräben richten sich nach der abzuführenden Wassermenge resp. nach ihrem Gefälle.

Die Grabenböschungen sind in der Regel $1^1/_2$fach anzulegen. Eine einfache Anlage ist nur ausnahmsweise in genügend motivierten Fällen zulässig.

In gebirgigem Terrain und bei tiefen Einschnitten ist es zulässig, anstatt des Grabens eine gepflasterte Rinne von 1 bis $1^1/_2$ m Breite anzulegen. Hierbei ist es indessen geboten, das Wasser häufig unter der Strafse hindurch abzuführen.

Die Breite des Schutzstreifens längs des äufseren Grabenrandes oder am Fufse der Dammschüttungen beträgt bei mittlerem oder schlechterem Lande 0,6 m, bei gutem Lande 0,5 m. Alle Aufträge in reinem Sandboden, insofern die Böschungen nicht mit guter Erde bedeckt werden, erhalten eine zweifache, in anderen Bodenarten eine $1^1/_2$fache Anlage; den Abträgen ist nach Beschaffenheit des Bodens oder Felsens eine etwas steilere Anlage zu geben, doch darf nur in besonders festen Felsarten unter $^1/_2$fache Anlage herabgegangen werden.

In niedrigen Einschnitten sind dagegen zur Verhütung von Schneeverwehungen die Böschungen abzuflachen. — Strafsendämme über moorigem oder nachgiebigem Untergrunde sind mit breiten Banketts, welche bis zum höchsten Wasserstande reichen, herzustellen. In denjenigen Fällen, in welchen die Strafse den Hochwasserfluten oder dem Wellenschlage ausgesetzt ist, ist auf flache Böschungen oder geeignete Befestigungen Bedacht zu nehmen.

Das Quergefälle der Steinbahn richtet sich zum Teil nach dem Längengefälle der Strafse, sodafs bei starkem Gefälle ein geringeres Quergefälle angewendet wird. Aufserdem wird dasselbe durch die Härte des Materials bedingt. Nach erfolgter Befestigung der Steindecke mufs dieselbe bei festem Material ein Quergefälle von 3 bis 5 cm, bei mäfsig festem ein solches von 5 bis 6 cm pro m der halben Breite der Steinbahn nachweisen.

Kein Durchlafs unter dem Strafsenkörper darf weniger als 0,5 m lichte Weite und Höhe erhalten. Gröfsere Weiten sind nach Zehntel-Meter abgerundet zu bemessen. Werden Röhren angelegt, so darf der innere Durchmesser nicht unter 0,25 m betragen, auch mufs der Röhrenstrang in gerader Linie liegen."

Landfuhrwerks sich dem Gleise nähern kann, und der Begrenzung des Weges auf der der Bahn entgegengesetzten Seite ca. 6 m betragen müssen, wenn entsprechend der Allerhöchsten Kabinetsordre vom 20. Juni 1859 das Maximalmafs für die Spurweite der Landfuhrwerke zu 5' 8" = 1,78 m angenommen wird. Das Mafs für die Entfernung von Gleismitte bis zu der Baumreihe oder der sonstigen Begrenzung des Weges hängt in diesem Falle aufser von der Spurweite des Bahngleises auch von der Breite des Raumes neben der Schiene ab, welcher nach der gewählten Oberbaukonstruktion für die Landfuhrwerke nicht brauchbar ist.

Bei Annahme der Normalspur würde dieses Mafs, je nachdem ein Oberbau auf Langschwellen oder ein solcher auf Querschwellen angeordnet wird, zwischen 7 und 7,5 m variieren.

Bei Führung einer Bahn durch Ortschaften erscheint es zweckmäfsig, das Gleise, wenn irgend thunlich, in die Mitte der Strafse zu legen. Sofern, was in der Regel der Fall sein wird, der Raum zwischen und neben den Schienen so beschaffen ist, dafs er für Landfuhrwerk benutzbar bleibt, sind die Breiten in der Weise zu bemessen, dafs auf jeder Seite eines das Gleise passierenden Zuges Platz für mindestens einen Wagen von gröfster vorkommender Ladebreite vorhanden ist, wozu nach dem Vorerwähnten auf jeder Seite des Bahnzuges eine Breite von 4 m zwischen den am weitesten ausladenden Teilen der Lokomotive und Eisenbahnwagen und der Begrenzung des freien Raumes der Strafse erforderlich ist.

Es berechnet sich hieraus unter der Annahme, dafs die Bahn normalspurig und dementsprechend die zulässige gröfste Ausladung der Fahrzeuge resp. der Ladung = 3,15 m ist, die erforderliche Breite der Strafse zwischen den dieselbe begrenzenden Gebäuden, Zäunen etc. auf ca. 11,2 m.

Ist diese Breite nicht vorhanden, so ist das Gleise auf einer Seite der Strafse anzuordnen. Die dann unter den vorher für die Spurweite der Bahn und die Ausladung der Fahrzeuge gemachten Annahmen erforderliche Minimalbreite der Strafse von ca. 7,7 m wird aber in der Regel nur für einzelne kurze Strecken, welche durch vorspringende Gebäude, Zäune etc. besonders eingeschränkt sind, als zulässig zu erachten sein.

3. Ob und eventuell inwieweit neben dem nach den vorstehend angegebenen Gesichtspunkten zu bemessenden Raumbedürfnisse noch besonderer Raum zu Lagerplätzen für die zur Unterhaltung der Strafse erforderlichen Baumaterialien notwendig ist, und ob eventuell für diesen Zweck an einzelnen Stellen der Strafse Verbreiterungen derselben vorzunehmen sind, ist in jedem einzelnen Falle nach Lage der besonderen Verhältnisse festzustellen."

Bayern. Die Staats- und Distriktstrafsen erhalten in der Regel eine Breite von 6,0 bis 8 m, resp. 4,5 bis 6 m. Bei Ortsverbindungswegen mufs die Kronenbreite 4,5 m, bei Feldwegen 3,0 bis 3,5 m betragen, letztere werden jedoch an den Bahnüberfahrten auf 4,5 m erbreitert. Für Viehtrieb ist eine Breite von 4,5 bis 6 m in Aussicht zu nehmen.

„Der Kreuzungswinkel zwischen Weg und Bahn soll in der Regel geringer als 90° sein, jedoch nur äufsersten Falles bis zu 30° herabgehen.

Die Kurvenradien sind dem Verkehre entsprechend zu nehmen. Der Minimalradius beträgt bei Staatsstrafsen 50 m, bei Wegen für Abfuhr von Langholz 25 m, bei Distrikts- und Verbindungsstrafsen 15 m, bei Feldwegen 12 m, ist aber nur dann anzuwenden, wenn ein gröfserer Radius zu bedeutende Kosten verursacht. Sämtliche Radien sind in die Konstruktionspläne einzuschreiben. Die Steigungen sollen bei Staatsstrafsen nicht über 3%, bei Distriktsstrafsen und Ortsverbindungswegen nicht über 7%, bei Feldwegen nicht über 10% betragen. Hierbei ist jedoch im Auge zu behalten, dafs, wenn es ohne grofse Kosten geschehen kann, jede Verschlechterung einer Strafsenführung vermieden, vielmehr deren Verbesserung erstrebt werden soll.

Die Horizontale der Wegeübergänge ist bei Staats- und Distriktsstrafsen immer, bei Feldwegen womöglich auf je 15 m beiderseits der Bahn zu erstrecken.

Die Böschungen der Wege werden in der Regel $^5/_4$ fach angelegt."

Österreich. Die Absperrung der Wegeübergänge ist nach dem Eisenbahn-Konzessionsgesetz vorgeschrieben. Die geringste zulässige Entfernung von der nächsten Schiene ist 4 Klafter = 7,6 m; früher wurden nur 3,8 m verlangt.

Schweiz. „Bei Wegeübergängen über Gleise von normaler Spurweite soll der Raum für den Spurkranz 63 mm breit und 38 mm tief sein. Bei Übergängen über Gleise in Kurven, somit bei vergröfserter Spurweite, mufs der Raum zwischen der inneren und der Leitschiene um ein gleiches Mafs erweitert werden."

Frankreich. Nach den Konzessionsbedingungen sollen Staats- und Departementsstrafsen immer über- oder unterführt werden, wenn lokale von der Regierung zu beurteilende Umstände dies nicht ganz unmöglich machen.

Niveauübergänge werden bei Vizinal- oder Feldwegen geduldet. Wo dieselben vorkommen, sollen die Schienenköpfe mit dem Wege gleich hoch liegen und den Wagen keine Hindernisse bieten. Der Kreuzungswinkel darf nicht unter 45° sein. Bei jedem Niveauübergange sind Barrièren anzubringen; die bezüglichen Normalien sollen der Regierung zur Genehmigung vorgelegt werden.

Die Regierung kann, wo sie es für nötig hält, den Bau der Wärterwohnungen verlangen. Wenn Wegekorrektionen nötig sind, ist das gröfste zulässige Gefälle für Staats- und Departementsstrafsen 0,03 m pro. m, für Vizinalwege 0,05 m pro m. Unter besonderen Umständen kann die Regierung diese Bestimmung sowie die über den Kreuzungswinkel auf Verlangen der Gesellschaft ändern.

Belgien. Die Wege sollen soviel als möglich entweder über- oder unterführt werden.

Kommen jedoch Niveauübergänge vor, so sollen dieselben eine Horizontale von wenigstens 7 m beiderseits der Bahn erhalten. Diese Horizontale soll über die ganze Länge in einer durch die Regierung festzustellenden Breite, jedoch nicht unter 5 m gepflastert werden.

Die Wegekorrektionen sollen wenigstens die Normalbreite der betreffenden Wege erhalten. In den Kurven sollen diese Wege, soweit es für einen regen Verkehr nötig ist, breiter gemacht werden. Die neu einzulegenden Gefälle dürfen in der Regel nicht stärker als 0,03 m pro m werden. Die neuen Teile der Wege sollen in derselben Weise wie die alten angelegt werden, nur bei den Niveauübergängen sollen dieselben immer noch 5 m über die oben erwähnte Horizontale hinaus gepflastert werden. Die Breite dieser Pflasterung soll mindestens derjenigen der bestehenden Wege gleich sein, niemals unter 3,50 m messen. Der Kreuzungswinkel mit der Bahnachse soll nie kleiner als 45° sein und der Weg, soweit der horizontale Teil reicht, gerade gehalten werden.

Italien. Die Zahl der Niveauübergänge soll durch zweckmäfsige Zusammenlegung mehrerer Wege und durch Anwendung von Überbrückungen möglichst beschränkt werden.

Das zulässige Gefälle der Übergänge soll dem Terrain und der Wichtigkeit der Kommunikation angepafst werden.

England. Wenn die Höhe eines Weges beim Bau einer Eisenbahn verändert werden mufs, gilt die Bestimmung, dafs die Steigungen für Hauptwege nicht stärker als 1 : 30, für weniger bedeutende Wege nicht stärker als 1 : 20 werden dürfen. Nur unter sehr umständlichen Formalitäten können bisweilen stärkere Steigungen genehmigt werden.



Im allgemeinen sind die Niveaukreuzungen einer Bahn mit Wegen oder anderen Bahnen verboten; nur ausnahmsweise können dieselben vom Parlamente genehmigt werden, nachdem verschiedene Kommissionen darüber gehört und keine Einwendungen dagegen erhoben sind.

Im Berichte, welcher dem bezüglichen Eisenbahngesetze zur Vorlage im Parlament beigefügt wird, mufs die Frage einer etwaigen Niveaukreuzung jedesmal ausführlich erörtert werden.

Holland. Alle Wegeübergänge sind mit starken sichtbaren Schlag- oder Flügelbarrièren oder Ketten zu versehen. — Fufswege können durch Drehkreuze oder kleine Thore geschlossen werden. Bei wenig besuchten Wegen dürfen Drahtzugbarrièren unter der Bedingung angewandt werden, dafs dieselben von dem Wärter übersehen werden können.

Die Zugbarrièren sind so einzurichten, dafs sie auch direkt mit der Hand geöffnet und geschlossen werden können und dafs sie sich schliefsen, wenn der Zugdraht reifst. Jede Zugbarrière ist mit einer Warnungsvorrichtung zu versehen, deren Einrichtung offiziell bekannt zu machen ist.

Dem Aufsichtsrate ist die Beaufsichtigung der Barrièren etc. besonders empfohlen.

12. Einfriedigungen.

Preufsen. Die Verpflichtung zur Herstellung von Einfriedigungen, insoweit sie zur Abhaltung von Menschen und Tieren notwendig erachtet wird, geht aus dem Ministerialreskript vom 27. Juli 1850 hervor, welches auch durch das neue Expropriationsgesetz bestätigt wurde. Es sind danach diejenigen Einfriedigungen zu machen, welche erforderlich sind, um die benachbarten Grundstücke oder das öffentliche Interesse gegen Nachteile und Gefahren zu sichern.

Bei Parallelwegen, die in gleicher Höhe mit der Eisenbahn liegen, ist die Anlage von Schutzwehren erforderlich. Gräben mit Seitenaufwurf sind als solche anzusehen.

Österreich. Überall da, wo aus öffentlicher Rücksicht nach der Weisung der kompetenten Behörden eine Absperrung der Bahn sich notwendig zeigt, ist dieselbe herzustellen. Die Anlage von lebenden Einfriedigungen, welche im allgemeinen sehr erwünscht, wird sowohl als Schutzmittel gegen das Vieh, als auch gegen Schneeverwehungen empfohlen; besonders für die Staatsbahnen wird in verschiedenen Verfügungen die Zweckmäfsigkeit derartiger Einfriedigung vor allem bei angrenzenden Viehweiden und niederer Lage der Bahn gegen das natürliche Terrain hervorgehoben.

In Bezug auf die Wahl der Stellung lebender Zäune und sonstiger Pflanzungen ist zu beachten, dafs diese nicht auf das Verwehen der Bahn durch Schnee einen ungünstigen Einflufs ausüben, auch nicht etwa der freien Aussicht auf die Bahn oder auf andere beim Verkehr der Züge wichtige Gegenstände, als Signale etc., hinderlich sein dürfen.

Frankreich. Nach dem Eisenbahngesetz vom 15. Juli 1845 und nach den Konzessionsbedingungen soll die Bahn an beiden Seiten über die ganze Länge von den benachbarten Grundstücken getrennt werden, durch Mauern, Heckenpflanzungen oder andere von der Regierung zu genehmigende Einfriedigungen. Nach dem Sinne dieser Bestimmung hat die Trennung mehr den Zweck, die Grenzen der Bahn zu bestimmen und diese selbst zu schützen, als das Interesse Dritter zu wahren, sodafs das etwaige Überfahren von Vieh etc. bei einer genehmigten Einfriedigung nicht der Bahn zur Last fällt, vielmehr der Eigentümer desselben wegen Gefährdung des Betriebs belangt werden kann.

Belgien. Bei Haltestellen und Bahnhöfen soll die Bahn an beiden Seiten wenigstens mit einer Heckenpflanzung eingefriedigt werden. Ein Spriegelzaun oder eine Latteneinfriedigung, genügend um das Vieh von der Bahn fern zu halten, soll überall gemacht werden, wo die Regierung dieses verlangt.

Italien. Die Bahn soll von allen benachbarten Grundstücken durch Mauern, Heckenpflanzungen oder eine andere feste und durchgehende Einfriedigung getrennt werden. — Bei Parallelwegen sollen dieselben aus einer Mauer oder einer anderen ähnlichen Absperrung bestehen, deren Höhe und Form in den Konzessionsbedingungen bestimmt wird.

Holland. Nach dem Eisenbahngesetze soll jede Bahn gemäfs den Vorschriften der Regierung eingefriedigt werden. Diese Vorschriften sind in einer königl. Verfügung vom 26. Februar 1863 in folgender, ziemlich ausführlichen Weise zusammengefafst:

Genügende Abschliefsung bieten alle unmittelbar an die Bahn grenzenden Flüsse, Kanäle, Bäche, Moore, sowie mit Rohr und Strauchholz dicht bewachsene Landstreifen. Überall da, wo diese Abschliefsungen nicht existieren, soll eine der folgenden Absperrungen vorhanden sein: a. Wasserhaltende Gräben, b. Mauern, c. hölzerne Einfriedigungen, d. Draht- oder Spriegelzaun, e. Heckenpflanzungen, f. trockene Gräben, g. Dämme oder Wälle. Die unter a. genannten Gräben sollen eine Tiefe von 1 m unter dem Terrain und eine Breite auf dem Wasserspiegel von 2,50 m bei einer Sohlenbreite von 1 m erhalten. Die Sohle soll 0,60 m unter dem niedrigsten bekannten Wasserstande liegen. Die unter b., c. und d. ge-

nannten Einfriedigungen sollen eine Höhe von 1 m erhalten. Die unter d. aufgeführten Einfriedigungen müssen vom Minister des Innern genehmigt werden, die unter e. aufgeführten Heckenpflanzungen sollen bis zu einer Höhe von 1 m dicht in einander gewachsen sein. Alle gegebenen Mafse sind Minimalmafse.

Absperrungen vermittels trockener Gräben, Dämme oder Wälle werden nur zur Trennung der Bahn von Acker, Waldungen, Dämmen oder Haiden zugelassen. Die trockenen Gräben sollen eine Tiefe von 1,70 m unter dem Terrain mit 0,50 m Sohlenbreite erhalten.

Die Dämme oder Wälle sollen 1,30 m, oder wenn der obere Teil mit Strauchholz bewachsen ist, 1 m hoch sein. Einschnitte oder Aufträge von 3 m bieten für sich schon genügende Abschliefsung. Bei den Übergängen sollen die festen und beweglichen Einfriedigungen unmittelbar aneinander grenzen. Bei jedem Wegeübergang soll auf eine Länge von 15 m von den Bahngrenzen an beiden Seiten eine der unter a., b., c. und d. aufgeführten Einfriedigungen hergestellt werden.

13. Abteilungszeichen und Neigungszeiger.

Das Anbringen derselben wird in allen besprochenen Ländern verlangt.

14. Sicherheitsstreifen und Vorschriften über Feuersgefahr etc.

Preufsen. Über diesen Gegenstand sind einige Ministerial-Verfügungen erlassen. Unter dem 11. September 1853 wird den königlichen Regierungen mitgeteilt, dafs es angemessen erscheint, um der Entstehung eines Waldbrandes durch von Lokomotiven herrührende Kohlen oder Funken vorzubeugen, darauf hinzuwirken, dafs der Boden an der Grenze der Bahn in einer Breite von etwa zwei Ruten (ca. 7,50 m) von Gras, Moos und Haidekraut etc. frei und stets wund erhalten werde, wo solches für den Zweck ratsam ist. Die königl. Regierungen sollen daher die Ausführung dieser in vielen Fällen bewährten Mafsregeln den Direktionen der Eisenbahngesellschaften dringend empfehlen, da es in ihrem eigenen Interesse liegt, durch rechtzeitige Anordnung der zweckdienlichen Vorbeugungsmafsregeln vor gröfseren Schadenersatz-Forderungen sich zu bewahren.

In einem anderen Erlafs des Ministeriums vom 8. August 1876 wurden die königlichen Direktionen darauf hingewiesen, bei geringen Auf- und Abträgen den Schutzstreifen bis auf etwa 4 Ruten (15,0 m) zu erbreitern.

Hinsichtlich der Minimalentfernung, welche Gebäude von den Eisenbahnen haben müssen, beziehen sich die Bestimmungen weniger auf die Entfernung der Bahn — bei deren Anlage, als umgekehrt auf ein Servitut, welches den Eigentümern der an die Bahn grenzenden Parzellen obliegt, wodurch innerhalb gewisser Entfernung von einer bestehenden Bahn keine Neubauten u. s. w. hergestellt werden dürfen. Wenn also auch diese Bestimmungen nicht mafsgebend sind für den Neubau einer Bahn, so ist es doch erwünscht, dieselben bei einem solchen soviel als möglich zu berücksichtigen. Die wichtigeren dieser Bestimmungen lassen wir deshalb hier folgen:

Nachdem der betreffende Gegenstand schon durch die Ministerialreskripte vom 16. Juni 1842, 11. Juli 1845 teilweise erledigt wurde, sind die Bestimmungen im Cirkularreskript der Ministerien des Innern und der Finanzen an alle königlichen Regierungen vom 4. Dezember 1847 ausführlich geregelt wie folgt:

„Liegt die Eisenbahn mit dem anstofsenden Terrain gleich hoch oder im Einschnitte, so dürfen Gebäude, welche nicht mit einer feuersichern Bedachung versehen sind, sowie Gebäude, in denen leicht entzündbare Gegenstände aufbewahrt werden sollen, nur in einer Entfernung von mindestens 10 Ruten (38 m) von der nächsten Schiene (in der Horizontalen gemessen) errichtet werden; alle anderen Gebäude mit Ausnahme der für Bahnzwecke erforderlichen dürfen nur in einer Entfernung von mindestens 5 Ruten (19 m) von der nächsten Schiene aufgeführt werden. Liegt die Eisenbahn auf einem Damme, so müssen die festgesetzten Entfernungen um das $1^1/_2$fache der Höhe des Dammes über dem Terrain vergröfsert werden. Die Regierungen sind ermächtigt, in einzelnen Fällen, in welchen durch örtliche Verhältnisse auch bei einer geringeren Entfernung eine Feuersgefahr ausgeschlossen wird, Ausnahmen eintreten zu lassen."[72])

[72]) In Bezug auf obigen Erlafs ist seitens des Ministers der öffentlichen Arbeiten an die königl. Eisenbahndirektionen unter dem 21. Februar 1883 folgendes Cirkularreskript erlassen:

„Nach Einsicht der in Verfolg des Erlasses vom 18. Oktober v. J. erstatteten Berichte, betreffend die polizeilichen Vorschriften zur Abwendung der Feuersgefahr von den in der Nähe von Eisenbahnen befindlichen Gebäuden und lagernden Materialien, finde ich für jetzt keine Veranlassung, in Ansehung der Eisenbahnen untergeordneter Bedeutung eine Abänderung der zur Zeit in Kraft befindlichen polizeilichen Vorschriften herbeizuführen. Da übrigens die Mehrzahl der königlichen Eisenbahndirektionen eine Einschränkung des in den letzteren festge-



Hinsichtlich der bereits in der Nähe einer Eisenbahn bestehenden Gebäude ist ein Reskript der Ministerien der Finanzen und des Innern vom 20. März 1848 ergangen; es wird darin bestimmt, dafs die Vorschriften vom 4. Dezember 1847 nur für solche Gebäude gelten, die erst errichtet werden sollen und also auf die schon vor Anlage der Eisenbahnen vorhandenen Baulichkeiten nicht anzuwenden sind. Rücksichtlich der letzteren können allgemeine Bestimmungen nicht erlassen werden, vielmehr mufs in jedem einzelnen Falle der Grund der Feuersgefährlichkeit mafsgebend bleiben.

Übrigens wird dabei stets von dem Grundsatze der Verpflichtung der Eisenbahngesellschaften zur Ausführung geeigneter, einer Feuersgefahr vorbeugenden Vorkehrungen auszugehen sein.

Bei einzelstehenden Gebäuden kann jedoch, wenn aus dem Brande derselben eine Gefahr für Menschen oder fremdes Eigentum nicht zu befürchten ist, den Eisenbahngesellschaften eine Einigung mit den Eigentümern rücksichtlich der Entschädigung für die Nachteile, welche das Gebäude durch die Nähe der Bahn wegen gröfserer Gefahr des Abbrennens erleidet, gestattet werden; hierzu ist die Zustimmung der betreffenden Polizeibehörde erforderlich. Es ist ferner noch zu bemerken, dafs die Regierung unzweifelhaft die Befugnis hat, die Entfernung resp. das Zurückziehen solcher der Bahn zu nahe gelegenen Gebäude anzuordnen, welche schon vor dem Bahnbau bestanden; dann hat indessen der betreffende Besitzer Anspruch auf vollständigen Schadenersatz, welchen er zwar von der Regierung fordern mufs, für welchen jedoch die Gesellschaft haftet, da dieselbe nach § 20 des Eisenbahngesetzes vom 3. November 1838 zur Befriedigung „aller Entschädigungsansprüche, welche infolge der Bahnanlage an den Staat gemacht, und entweder von der Gesellschaft selbst anerkannt oder unter ihrer Zuziehung richterlich festgestellt werden", verpflichtet sein soll.

Bezüglich der mit Stroh bedeckten Dächer ist nach den verschiedenen Verfügungen, u. a. nach dem Reskript vom 28. April 1848 der Ministerien des Innern und der Finanzen an die königl. Regierung zu Frankfurt, unbedingt nötig, dafs die Strohdächer auf Kosten der Gesellschaft in feuersichere Bedachung verwandelt — oder wenn dies nicht möglich, die Gebäude entfernt werden.

Es ist nicht zu gestatten, dafs die Besitzer der fraglichen Gebäude sich etwa von der Eisenbahngesellschaft für die Erfüllung der ihr obliegenden Verpflichtungen in Gelde abfinden lassen und die feuergefährlichen Bedachungen nichtsdestoweniger beibehalten.

Österreich. Die erste Bestimmung über die Entfernung der Eisenbahntrace von Ortschaften und einzelnen Häusern erfolgte durch das Hofkanzleidekret vom 22. Oktober 1841. Hierbei wurde in der Hauptsache bestimmt, dafs als Norm für die Entfernung der Eisenbahnen von den Ortschaften und einzelnen Gebäuden die gesetzlich für feuergefährliche Objekte festgesetzte Entfernung von 30 Klafter = (56,88 m) gelten soll, wenn nicht überwiegende Ursachen die Führung der Eisenbahntrace innerhalb dieser 30 Klafter unbedingt gebieten; sodann soll für die Eindeckung mit feuersicheren Materialien der innerhalb dieser Entfernung befindlichen Gebäude in gehöriger Weise gesorgt werden. Die Distanz der 30 Klafter ist von der Achse des Rauchfanges der Lokomotive und zwar auf dem dem Gebäude zunächst liegenden Gleise zu bemessen.

Neubauten müssen innerhalb 30 Klafter von der Bahnkrone feuersicher hergestellt sein und sollen innerhalb einer Entfernung von 5 Klaftern (9,48 m) in der Regel nicht gestattet werden; ebenso sollen die Gebäude innerhalb 10 Klafter (18,96 m) in der Regel keinen Ausgang nach der Bahnseite haben.

In Bezug auf die Anwendbarkeit dieser Bestimmungen ist an die Generaldirektion der Staatseisenbahnen ein Hofkammer-Präsidialerlafs am 18. Januar 1844 ergangen, welcher mit den Handelsministerialerlassen vom 10. Mai und 8. August 1858, 26. August 1862 und 23. April 1868 für alle Kronländer als

---

setzten Feuerrayons um 13—18 m hinsichtlich der gedachten Bahnen für unbedenklich erachtet haben, empfiehlt es sich, eine Erleichterung der bestehenden polizeilichen Beschränkungen dadurch herbeizuführen, dafs für die Folge von Einwendungen gegen die den Eisenbahnbehörden zur gutachtlichen Äufserung mitgeteilten Baugesuche etc., sofern es sich um die Errichtung von Gebäuden etc. in einer über 25 m unter eventueller Hinzurechnung der $1^1/_2$fachen Dammhöhe hinausgehenden Entfernung von Bahnen untergeordneter Bedeutung handelt, in der Regel abgesehen wird. Aufserdem wird bei den zuständigen Landespolizeibehörden thunlichst dahin zu wirken sein, dafs beim Neubau derartiger Eisenbahnen von besonderen Sicherheitsmafsregeln für die bereits vorhandenen Gebäude etc., wenn dieselben 13 m hinter der in den vorgedachten polizeilichen Vorschriften bezeichneten Entfernung zurückbleiben, Abstand genommen und demgemäfs eine feuersichere Eindeckung derselben nicht beansprucht wird. Es läfst sich erwarten, dafs die Landespolizeibehörden um so eher hierauf einzugehen geneigt sein werden, als nach den an einzelnen Stellen bereits gewonnenen Erfahrungen sich Unzuträglichkeiten aus einer derartigen Einschränkung des Feuerrayons bisher nicht ergeben haben."



Normalverordnung eingeführt ist, doch sind zugleich mit Rücksicht auf die vorgeschrittene Eisenbahntechnik und auf Lokalverhältnisse bedeutende Erleichterungen zugelassen.

Es wurde schon von vornherein bestimmt, dafs es nicht notwendig sei, die rücksichtlich der Errichtung neuer Gebäude geltenden Bestimmungen ausnahmslos auf schon bestehende mit aller Strenge anzuwenden, da oft durch lokale Verhältnisse, wie Höhenlage, Schutzmauern etc., jede Gefahr beseitigt werden könne. Für freistehende Gebäude, wo eine eventuelle Gefahr sich nicht weiter ausdehnen kann, gilt dasselbe.

Die in der Hauptsache noch geltenden Vorschriften bestimmen, dafs innerhalb 15 Klafter (28,44 m) weder Stroh- noch Schindeldächer, innerhalb 30 Klafter (56,88 m) von der nächsten Gleisemitte keine Strohdächer zugelassen werden sollen. Das Fortbestehen der Schindeldächer kann jedoch ausnahmsweise auch innerhalb dieses Rayons gestattet werden.

Gebäude mit hölzernen Wänden sind von Aufsen an den gegen die Bahn gekehrten Seiten mit einem Mörtelbestriche zu versehen.

Die Anwendung von Fachwandbauten mit ausgemauerten Fächern wird als feuersichere Konstruktion anerkannt.

Ferner gilt als allgemeine Regel, dafs bei Ausmittelung der vorzuschlagenden Schutzmittel die Lage und Bestimmung des Gebäudes, ob es höher oder tiefer liegt, ob es einzeln, oder ob in der Nähe anderer Gebäude, und welcher Gattung, stets ins Auge zu fassen ist, und die Anträge so zu stellen sind, dafs die Gefahr mit Sicherheit, jedoch unter Vermeidung aller überflüssigen Auslagen beseitigt wird.

In der **Schweiz** bestehen keine Verordnungen über Sicherheitsstreifen im Walde, sowie Entfernung von Gebäuden, doch werden die hierauf bezüglichen Vorsichtsmafsregeln bei Genehmigung der Pläne in der Regel vorgeschrieben.

In **Frankreich** gilt für die Herstellung von Neubauten 2 m als die geringste Entfernung von der oberen Böschungskante bei Einschnitten, von der unteren Böschungskante bei Aufträgen oder von der äufseren Grabenkante, oder schliefslich 3,50 m von der äufseren Schiene. Strohdächer dürfen innerhalb 20 m nicht errichtet werden. Bestehende Baulichkeiten brauchen nur auf Verlangen der Regierung, wenn es für die öffentliche Sicherheit oder den Betrieb nötig ist, entfernt zu werden und zwar dann gegen eine nach dem Expropriationsgesetze vom 3. Mai 1841 festzusetzende Entschädigung.

Bezüglich der Sicherheit einer Bahn, welche über Bergwerke hinweg gehen soll, ist bestimmt, dafs die Regierung die Mittel zur Verhinderung gegenseitiger Schädigung beider Unternehmen angibt. Die Arbeiten zur Verstärkung im Innern des Bergwerks und der Schaden durch den Übergang fallen der Eisenbahn zur Last.

Belgien. Eine Minimaldistanz von 8 m für die Herstellung von Neubauten und von 20 m für Strohdächer vom Schutzstreifen der Bahn an ist vorgeschrieben. Die Regierung kann zufolge einer königl. Verfügung unter besonderen Umständen eine kleinere Entfernung genehmigen. Ebenso kann dieselbe, wenn es ihr für die Sicherheit nötig erscheint, bestehende Baulichkeiten innerhalb dieser Entfernungen gegen voraus zu zahlenden Schadenersatz, welcher auf gütlichem oder gerichtlichem Wege zu bestimmen ist, wegräumen oder ändern lassen.

Italien. Die Entfernung soll für Neubauten von der nächsten Schiene wenigstens 6 m betragen und soll in der Weise vergröfsert werden, dafs diese Bauten nie weniger als 2 m von der oberen Böschungskante der Einschnitte und von der unteren Böschungskante der Aufträge errichtet werden. Es sollen keine Wohnungen oder Dächer aus Holz oder Stroh innerhalb 20 m von der äufseren Schiene erbaut werden.

Eine Verringerung der genannten Entfernungen kann durch Ministerial-Verfügung in besonderen Fällen genehmigt werden. Bezüglich der bestehenden Baulichkeiten ist bestimmt, dafs die Eigentümer gezwungen werden können, insofern ihre Entfernung den gegebenen Vorschriften nicht genügt, dieselben niederzureifsen oder zu ändern, doch steht ihnen hierfür ein nach dem Expropriationsgesetz festzustellender Schadenersatz zu. Dies gilt nicht für die Bauten, deren Entstehung aus einer Zeit stammt, in welcher die Linie entweder durch vorgelegte Pläne oder durch definitive Absteckung bekannt geworden war. Zur Ausführung der obigen Vorschriften soll die Gesellschaft einen Monat nach Offenlegung der definitiven Pläne eine Zusammenstellung der hierdurch betroffenen Baulichkeiten geben.

Holland. Die Minimal-Entfernung für Neubauten ist auf 8 m von der äufseren Böschungskante einer Bahn festgesetzt, jedoch soll dieselbe bei Kurven, um der freien Aussicht nicht zu schaden, bis auf 20 m erhöht werden können. Innerhalb 20 m sind feuergefährliche Bedachungen nicht zuläfsig.

Specielle Vorschriften wegen bestehender Gebäude sind hier nicht gegeben.

§ 21. Specielle Bestimmungen für die Anordnung der Bahnhöfe.

In einigen Ländern sind besondere Vorschriften für Projektierung von Bahnhöfen gegeben. In erster Reihe kommen die preufsischen Normen für die Aufstellung von Bahnhofsprojekten vom 27. Juli 1873 in Betracht. Dieselben werden hier für die Besprechung der Vorschriften in den anderen Ländern als Grundlage angenommen und deshalb vollständig abgedruckt.

A. Für die formelle Behandlung.

1. Mafsstab.

Preufsen.[73]) „Für die Übersichtspläne der gesamten Bahnhofsanlagen ist der Mafsstab von 1 : 1000 anzuwenden (cfr. § 7 der Bestimmungen für die Aufstellung der technischen Vorarbeiten vom Oktober 1871).

Für ausgedehntere Bahnhofsanlagen mit Rangierstationen etc. empfiehlt sich die Beifügung eines Übersichtsplanes im Mafsstabe von 1 : 5000.

Wenn für einzelne Teile der Anlagen eine detailliertere Darstellung angezeigt erscheint, so sind dafür besondere Zeichnungen in gröfserem Mafsstabe, 1 : 500, 1 : 200, 1 : 100 beizufügen.

Über den gezeichneten Mafsstäben ist deren Gröfsenverhältnis in Zahlen anzugeben."

2. Darstellung der Bahnmittellinie.

„Die Mittellinie der Bahn ist fein punktiert mit Zinnoberrot einzutragen und darin die Stationierung von 50 zu 50 m anzugeben."

3. Darstellung der Gleise.

„Jedes Gleis ist durch eine einfache Linie darzustellen. Die Hauptgleise sind durch eine gröfsere Stärke der Linien auszuzeichnen.

Bei komplizierteren Gleisplänen ist zur leichteren Übersicht der Raum zwischen den beiden zu einer und derselben Bahnlinie gehörigen Hauptgleisen mit einem matten Farbenton anzulegen. Bei Durchführung gesonderter Hauptgleise für verschiedene Bahnlinien sind hierzu verschiedene Farbentöne anzuwenden.

Bestehende Gleise sind durch blaue Linien, projektierte Gleise durch zinnoberrote Linien darzustellen. Dabei sind diejenigen Gleise, deren Herstellung bei einer etwaigen späteren Erweiterung der Anlagen stattfinden soll, durch rot punktierte Linien von denjenigen zu unterscheiden, deren sofortige Ausführung beabsichtigt wird."

4. Nummerierung der Gleise.

„Sämtliche Gleise eines Bahnhofs sind durchlaufend zu nummerieren. Die Nummerierung beginnt bei den Hauptgleisen, wobei das im Betriebe als „erstes Hauptgleis" zu bezeichnende Gleis auch auf dem Plane die Nummer 1 erhält. Im übrigen ist so viel als möglich eine ununterbrochene Reihenfolge der Zahlen festzuhalten.

Die Nummern der bestehenden Gleise sind blau, die der projektierten rot einzuschreiben."

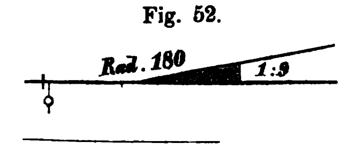
5. Einschreiben der Hauptmafse.

„Ferner sind in die Bahnhofspläne die Hauptmafse einzuschreiben, namentlich die Entfernungen der Gleismitten von einander und von den Vorderkanten der Perrons, die Länge und Breite der Perrons, der Durchmesser der Drehscheiben, die Breite der Schiebebühnen, die Breite der Zufuhrwege u. s. w."

6. Darstellung der Weichen und Gleiskreuzungen.

„a. Die einfachen Weichen sind nach Fig. 52 darzustellen. Das spitzwinklige Dreieck, welches bei bestehenden Gleisen blau, bei projektierten rot anzulegen ist, bezeichnet mit seiner Spitze die Lage desjenigen Punktes, in dem sich die geraden Verlängerungen der beiden konvergierenden Gleismittellinien schneiden. Die Basis soll durch die nächsten Schienenstöfse hinter dem Herzstück gelegt sein.

Fig. 52.



Die Lage der nächsten Schienenstöfse vor den Zungenspitzen ist durch eine kleine Querlinie zu markieren und daneben die Stellung des Weichenbocks anzudeuten. In den stumpfen Winkel des Liniensystems ist der Radius der Weichenkurven in Metern, in den spitzen Winkel das Herzstückverhältnis, nach der Tangente des Kreuzungswinkels gemessen, einzuschreiben.

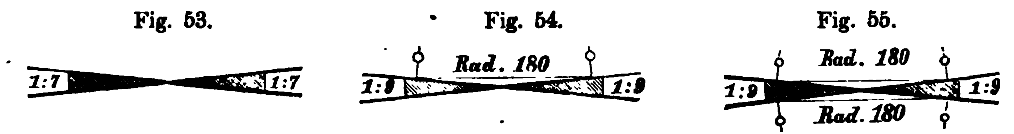
[73]) Für die formelle Behandlung der Bahnhofsprojekte bestehen in den übrigen Ländern keine specielleren Vorschriften, als die im § 20 bereits gegebenen.



b. Bei der einfachen Gleiskreuzung sind analog 2 Dreiecke zu zeichnen, die einander mit der Spitze berühren. In beide sind die Herzstückverhältnisse einzuschreiben. (s. Fig. 53).

c. Tritt zu einer solchen Gleiskreuzung eine einfache englische Weiche hinzu, so ist die Seite, auf welcher dieselbe liegen soll, durch eine gerade Verbindungslinie zwischen den entgegengesetzt gerichteten Zungenspitzen auszuzeichnen und der Radius der Weichenkurve dabei anzugeben. (s. Fig. 54).

d. Bei doppelten englischen Weichen ist auf jeder Seite eine solche Linie mit beigeschriebenem Radius erforderlich." (s. Fig. 55).



7. Nummerierung der Weichen.

„Sämtliche Weichen sind von einem Bahnhofsende zum anderen fortlaufend zu nummerieren. Die Nummer ist jedesmal neben das Zeichen für den Weichenbock zu setzen."

8. Darstellung der sonstigen Anlagen.

„Die etwa schon bestehenden Gebäude, Perrons, Drehscheiben, Schiebebühnen, Wasserkrane, Löschgruben u. s. w. sind in schwarzen Linien, die für sofortige Ausführung projektierten derartigen Neuanlagen in roten Linien, die für später in Aussicht genommenen in rot punktierten Linien darzustellen."

9. Orientierung.

„Behufs Erleichterung der Orientierung ist auf jedem Bahnhofsplane

a. die Nordlinie anzugeben;

b. an jedem Ende der Bahnmittellinie der Name derjenigen Hauptstation zuzusetzen, nach welcher die Bahnrichtung bezeichnet zu werden pflegt;

c. in alle bestehende und projektierte Wege einzuschreiben, wohin dieselben führen und ob es Chausseen, Kommunalwege oder Feldwege sind.

10. Darstellung der Krümmungsverhältnisse.

„Sofern die Bahnmittellinie auf dem Bahnhof selbst oder auf den nächsten Anschlufsstrecken teilweise in Kurven liegt, sind die Tangentenpunkte der letzteren durch Einpunktieren des Radius zu markieren und die Gröfse des Radius einzuschreiben."

11. Darstellung der Steigungsverhältnisse.

„Auch für den Fall, dafs ein besonderes Längenprofil des Bahnhofes und der nächsten Anschlufsstrecken dem Projekte beigefügt ist, sind die Brechpunkte des Planums auf dem Bahnhofsplane durch darüber gezeichnete Neigungszeiger kenntlich zu machen und daran die Neigungsverhältnisse für beide Richtungen anzugeben.

Wenn ein Brechpunkt auf der dargestellten Bahnstrecke selbst nicht vorkommt, so ist zu beiden Seiten die Lage des nächsten Brechpunktes durch einen Neigungszeiger anzudeuten und diesem, aufser den Neigungsverhältnissen, die Stationsnummer beizuschreiben."

12. Vermerk über die landespolizeiliche Prüfung.

„Neubauprojekte und solche Erweiterungsprojekte, bei denen Wege oder Vorflutanlagen berührt werden, resp. in Betracht kommen, sind vor der Übersendung an das Handelsministerium landespolizeilich zu prüfen und von der Landespolizeibehörde mit einem bezüglichen Vermerk zu versehen."

B. Für die sachliche Behandlung.

1. Anzahl und Bestimmung der Gleise.

Preufsen. „Die Anzahl und Bestimmung der Gleise ist in dem Erläuterungsbericht aus den speciellen Betriebsverhältnissen eingehend zu motivieren."

In **Sachsen** soll nach den allgemeinen Bestimmungen für die Einrichtung der Bahnhöfe und Haltestellen vom 5. Februar 1870 auf allen Bahnhöfen in der Regel aufser den 2 Gleisen für die Personenzüge und den für den Güterverkehr nötigen Gleisen mindestens ein möglichst langes Gleis zum Aufstellen von durch Personenzüge zu überholenden Güterzügen hergestellt werden. Zwei Gleise für die Personenzüge sind auch bei den eingleisigen Bahnen notwendig, damit Zugkreuzungen beliebig auf jede Station verlegt werden können.



Bayern. Die gewöhnlichen Zwischenstationen werden nach Normalien für 4 durchgehende Gleise bezüglich der Grunderwerbung, drei bezüglich der Erdarbeiten und für zwei bezüglich der Schienenlage projektiert.

In **Frankreich** wird die Gröfse und Lage der Bahnhöfe sowie die Zahl der Gleise durch die Regierung, nachdem die Gesellschaft gehört, festgestellt.

Belgien. Die Haltestellen sollen im allgemeinen wenigstens 300 m lang und 25 m breit sein, die Stationen II. Klasse 400 m lang und 30 m breit. Die Gesellschaft ist ferner verpflichtet, auf Verlangen der Regierung Vergröfserungen vorzunehmen oder neue Bahnhöfe anzulegen, wenn dieses für Handel und Industrie nötig wird.

2. Entfernung zwischen den Gleisen.

Preufsen. „Die Entfernung zwischen den Mittellinien je zweier Parallelgleise darf nicht unter 4,5 m betragen. Für die Anlage eines Zwischenperrons ist der Abstand der Hauptgleise von einander auf mindestens 6 m zu erweitern. Diese Erweiterung ist auch dann anzunehmen, wenn der Zwischenperron vorläufig noch nicht zur Ausführung kommen soll.“

In **Sachsen** beträgt diese Entfernung 5 m; auf Haltestellen ohne Nebengleise wird die für die Strecke vorgeschriebene Entfernung beibehalten.

Bayern wie in Preufsen.

In **Frankreich** und **Belgien** wird die Entfernung der Gleise von der Regierung festgesetzt.

3. Richtung der Weichen in den Hauptgleisen.

Preufsen. „Die Weichen in den Hauptgleisen sind thunlichst so zu legen, dafs rechts fahrende Züge dieselben nicht gegen die Zungenspitzen zu befahren haben. Abgesehen von den Einfahrtsweichen bei eingleisiger Bahn, deren an jedem Bahnhofsende eine erforderlich ist, mufs für jede in den Hauptgleisen liegende Weiche, welche der bezeichneten Bedingung nicht entspricht, in dem Erläuterungsbericht der Nachweis geführt werden, dafs dieselbe für einen rationellen Betrieb nicht zu entbehren ist. In den meisten Fällen wird sich jedoch ohne solche Weichen mit Hülfe von Gleiskreuzungen und einfachen englischen Weichen die nötige Verbindung der Gleise erreichen lassen.“ [74]) (cfr. Deutsche Bauz. 1873, S. 115).

Sachsen. „Bei Durchgangsstationen sind in die Hauptgleise überhaupt so wenig als möglich Weichen zu verlegen. Diese Weichenverbindungen sind, soweit irgend thunlich, so anzulegen, dafs keine Weiche gegen die Spitze befahren wird. Englische Weichen sind in die Hauptgleise nicht zu verlegen.“

4. Lage der Weichen in den Hauptgleisen, in Bezug auf die Krümmungsverhältnisse der Bahn.

Preufsen. „Da die beim Durchfahren von Kurven entwickelte Centrifugalkraft ihre Wirkung erfahrungsmäfsig noch auf einen Teil der geraden Strecke hinter der Kurve äufsert, so ist eine Weiche, welche ein aus der Kurve kommender Zug in dem Hauptgleise gegen die Spitze zu befahren hat, um so weiter von dem Kurvenende abzurücken, je kleiner der Krümmungsradius der Kurve ist. Als Minimum dieser Entfernung ist 10 m anzusehen.

5. Lage der Weichen in den Hauptgleisen, in Bezug auf die Steigungsverhältnisse der Bahn.

Preufsen. „Mit Rücksicht auf die Ausrundung der Gefällwechsel, für welche ein Radius von 10000 m zu empfehlen ist, müssen die Zungenspitzen der Weichen in den Hauptgleisen von dem Brechpunkt des Planums mindestens soweit abgerückt werden, dafs zwischen dem Ende der Ausrundung und den Zungenspitzen ein Abstand von 10 m verbleibt. Dies ist schon bei der generellen Festsetzung der Länge für die Bahnhofshorizontale zu beachten.

Das Einlegen einer Weiche in eine Steigung von mehr als 0,0025 (1:400, cfr. § 53 der technischen Vereinbarungen) ist nur dann zulässig, wenn dieselbe nur von den ansteigenden Zügen gegen die Spitze befahren wird.“

---

[74]) Auszug aus dem Ministerialerlasse vom 10. Januar 1881, betreffend die zur Erhöhung der Sicherheit des Eisenbahnbetriebs zu ergreifenden Mafsnahmen: „Für diejenigen Stationen eingleisiger Bahnen, welche von Schnellzügen durchfahren werden, ist bei Neuanlagen die gerade Durchführung eines und desselben Bahnhofshauptgleises an beiden Bahnhofsenden als Regel anzunehmen, während für diejenigen Stationen, auf denen sämtliche Züge halten, die in der Konferenz vom 31. Oktober 1873 empfohlene Verschiebung der beiden Bahnhofshauptgleise gegeneinander als zweckmäfsig anzusehen und auch fernerhin bei Neuanlagen durchzuführen ist, sofern nicht besondere Gründe eine Abweichung bedingen.“



6. Entfernung der Einfahrtsweichen von Niveauübergängen.

Preufsen. „Von Niveauübergängen an den Enden eines Bahnhofs müssen die Einfahrtsweichen thunlichst weit zurückgezogen werden. Mindestens mufs, um eine Sperrung des Überganges schon beim Übersetzen eines einzelnen Wagens aus einem Hauptgleise in das andere zu vermeiden, die Entfernung zwischen den Zungenspitzen und dem Übergange 20 m betragen.“

7. Entfernung zwischen den Zungenspitzen zweier benachbarter Weichen.

Preufsen. „Wenn von einem Gleise zwei Weichen in entgegengesetzter Längenrichtung, aber nach derselben Seite hin abzweigen, so dürfen die Zungenspitzen derselben einander nicht näher liegen als 6 m, damit nicht beim Übergange eines 6rädrigen Fahrzeugs von langem Radstand aus der einen Weichenkurve in die andere ein Klemmen der Spurkränze eintritt.“

8. Krümmungsverhältnisse der Weichenkurven und Bahnhofsgleise.

Preufsen. „Der Radius der von durchgehenden Zügen befahrenen Weichenkurven soll in der Regel nicht kleiner sein als 300 m.

Der kleinste zulässige Radius für Nebenweichen und Bahnhofsgleise beträgt 180 m.

Zwischen den beiden Gegenkrümmungen eines Verbindungsgleises soll eine gerade Linie von mindestens 6 m liegen“ (cfr. § 63 der technischen Vereinbarungen).

9. Herzstückverhältnisse für Gleiskreuzungen bezw. englische Weichen.

Preufsen. „Für einfache Gleiskreuzungen ist ein möglichst grofser Kreuzungswinkel zu wählen. Als geringstes zulässiges Herzstückverhältnis für Gleiskreuzungen bezw. englische Weichen ist 1:10 anzusehen“ (cfr. § 66 der technischen Vereinbarungen).

10. Herstellung von Ausziehgleisen.

Preufsen. „Die Hauptgleise dürfen nicht als Ausziehgleise benutzt werden, vielmehr sind für das Rangieren besondere Ausziehgleise von genügender Länge anzulegen.“

Sachsen. „Die Gleisanlagen sind so zu disponieren, dafs zum Rangieren der Wagen für den Fall, dafs hierzu ein besonderes Gleis nicht anzulegen ist, niemals das Einfahrtsgleis benutzt werden kann.“

11. Einführung von Zweigbahnen.

Preufsen. „Bei Stationen, auf denen sich eine Zweigbahn an die Hauptbahn anschliefst, müssen, wenn irgend thunlich, die Hauptgleise beider Bahnen bis vor den Perron gesondert durchgeführt werden, damit ein gleichzeitiges Einlaufen zweier Züge von beiden zusammentreffenden Bahnlinien her zulässig ist.“

12. Kreuzung zweier durchgehenden Bahnlinien.

Preufsen. „Die Kreuzung der Hauptgleise zwischen durchgehenden Bahnlinien mufs, wenn irgend möglich, nicht als Niveaukreuzung innerhalb des Bahnhofs, sondern auf der freien Strecke mittels Überführung der einen Bahn über die andere ausgeführt werden. Für jede Route sind auf dem Bahnhof zwei Hauptgleise durchzuführen.“

(In den beiden Entwürfen für ein deutsches Reichseisenbahngesetz von 1874 und 1875 waren Niveaukreuzungen unbedingt ausgeschlossen.)

In der **Schweiz** sind Niveaukreuzungen von zwei Bahnen verboten. Die Einmündung einer anderen Bahn darf nur in einer Station geschehen.

In **Frankreich** und **Holland** sind Niveaukreuzungen nicht verboten, jedoch sind für solchen Fall strenge Vorschriften für die Sicherheit des Betriebes gegeben.

In **England** sind Niveaukreuzungen nur in Ausnahmefällen nach eingehender Untersuchung zulässig, bedürfen dann jedoch einer ausdrücklichen Genehmigung im Konzessionsgesetze.

13. Dimensionen des Perrons.

Preufsen. „Die nutzbare Breite des Hauptperrons vom Empfangsgebäude bis zu den vorspringenden Wagentritten, also bis rot. 1,5 m von der nächsten Gleismitte gerechnet, ist bei Neubauprojekten auf Zwischenstationen nicht unter 7,5 m, für Hauptstationen entsprechend gröfser anzunehmen.“ (cfr. § 74 der technischen Vereinbarungen). „Zur Beurteilung der erforderlichen Länge des Perrons ist im Erläuterungsbericht zu erörtern, welche gröfste Länge für gemischte Züge mit Rücksicht auf die Steigungs- und Betriebsverhältnisse der Bahn anzunehmen ist.“



14. Verschiebung des Zwischenperrons gegen den Hauptperron.

Preufsen. „Haupt- und Zwischenperron sind, falls nicht besondere Gründe dagegen sprechen und nicht eine unterirdische Verbindung gewählt ist, in der Längenrichtung so gegen einander zu verschieben, dafs zwei sich kreuzende Personenzüge, welche gleichzeitig an den Perrons halten, einander möglichst wenig decken, und zwar dergestalt, dafs die Passagiere, welche das eine Hauptgleis überschreiten müssen, dasselbe nicht vor, sondern hinter dem darauf stehenden Zuge passieren."

Sachsen. „Die für den Personenverkehr anzulegenden Perrons werden von Stein ausgeführt und mit Steinplatten abgedeckt, oder bestehen aus Kiesauffüllungen, welche an den Gleisen, an welchen die betreffenden Züge anfahren, mit steinernen Umfassungen versehen sind. Alle Perrons sind in der Regel 0,21 m, höchstens aber 0,35 m über dem Schienenkopfe hoch. Der Abstand der dem zugehörigen Gleise zugewendeten Seite des Perrons von der Mitte dieses Gleises beträgt 1,4 m.

Bei Haltestellen ohne Nebengleise an zweigleisigen Bahnen sind die Perrons stets aufserhalb, nie in Mitten der Gleise anzulegen und zwar in der Regel nicht einander gerade, sondern diagonal gegenüber.

Die Länge des Perrons ist nach der zu erwartenden Länge der die Linie befahrenden Personenzüge einzurichten, es ist jedoch auf die Möglichkeit einer späteren Verlängerung thunlichst Rücksicht zu nehmen. Bei Anlage von Perrons zwischen den Gleisen ist die Übergangsstelle, wo die Passagiere das Gleis überschreiten müssen, ebenso wie jeder Wegübergang herzustellen."

15. Anlage mehrerer Zwischenperrons.

Preufsen. „Bei denjenigen Anschlufs- bezw. Kreuzungsstationen, bei denen die wünschenswerte Anordnung des Empfangsgebäudes auf einem Inselperron" (cfr. Zeitschr. f. Bauw. 1873, S. 229) „aus lokalen Rücksichten nicht anwendbar erscheint, ist die Anlage mehrerer Zwischenperrons thunlichst dadurch zu umgehen, dafs ein Teil der Hauptgleise als Kopfgleise ausgeführt und mittels Zungenperrons zugänglich gemacht wird. Sofern dies nicht angeht, mufs, um das Überschreiten mehrerer Gleise seitens der Passagiere unnötig zu machen, für eine unterirdische Verbindung der Perrons mit einander, bezw. mit dem Empfangsgebäude gesorgt werden. Zwischen welchen Gleisen hierbei die Perrons am zweckmäfsigsten anzulegen sind, ist in dem Erläuterungsbericht auf Grund der speciellen Betriebsverhältnisse jedesmal eingehend zu erörtern."

16. Säulen auf den Perrons.

Preufsen. „Die Aufstellung von Säulen auf den Perrons ist wegen der dadurch eintretenden Beschränkung der freien Passage thunlichst zu vermeiden; eventuell mufs der lichte Abstand der Säulen von der Mitte des nächsten Gleises mindestens 3 m betragen." (cfr. § 74 der technischen Vereinbarungen).

17. Anlage von Trinkbrunnen.

Preufsen. „In der Nähe der Perrons ist für das reisende Publikum ein leicht zugänglicher und in die Augen fallender, oder durch Wegweiser bemerklich zu machender Trinkbrunnen anzulegen." (cfr. § 78 der technischen Vereinbarungen und Cirkularerlafs vom 11. Juni 1873. II. 10032).

18. Erhaltung der freien Aussicht vom Perron aus.

Preufsen. „Die Stellung derjenigen Gebäude, welche auf der Seite des Empfangsgebäudes zu errichten sind, ist so zu wählen, dafs dadurch die freie Aussicht vom Perron aus über die Gleise des Bahnhofs und der anschliefsenden Bahnstrecken möglichst wenig behindert wird."

19. Wasserkrane und Reinigungsgruben.

Preufsen. „Bei Stationen, auf denen die Maschinen Wasser einnehmen, sind freistehende Wasserkrane zwischen den beiden Hauptgleisen aufzustellen und in letztere Senkgruben einzulegen, welche das Reinigen der Lokomotivroste während des Wassernehmens gestatten." (cfr. § 89 und 90 der technischen Vereinbarungen).

„Die Krane sind so weit nach den Bahnhofsenden hinauszurücken, dafs die Reinigungsgruben nicht vor die Perrons zu liegen kommen. Andererseits darf durch die Stellung der Wasser nehmenden Maschine das Durchfahren von Weichenverbindungen nicht behindert werden."

Sachsen. „Das durch Zuleitung oder Brunnenbau in der Regel für alle in einer Entfernung von 2 bis höchstens 3 Meilen liegenden Stationen zu beschaffende Wasserquantum für Lokomotivenspeisung ist nach den Gefällsverhältnissen der Bahn und der mutmafslichen Bahnfrequenz festzustellen. Auf Beschaffung guten, von Kesselstein bildenden Bestandteilen möglichst freien und ausreichenden Wassers ist

besondere Sorgfalt zu verwenden. Bei einigermaßen bedeutenden Wasserstationen, auf welchen das Wasser durch Pumpen gehoben werden muß, ist die Anlage einer Dampfpumpe und einer Reservehandpumpe erforderlich. Wasserstationen, welche mit Dampfpumpe versehen sind, haben, um das Einfrieren des Wassers in den Cisternen und Röhren zu verhindern, eine entsprechende Wärmevorrichtung zu erhalten. Die Höhe des Cisternenbodens über der Bahnhofsplanie hat mindestens 6,5 m zu betragen Die Dimensionen der von den Cisternen nach den Kranen führenden Leitung sowohl, wie der Wasserkran selbst, sollen derart sein, daſs bei der vorhandenen Druckhöhe pro Minute 2,27 cbm Wasser mit Sicherheit ausfließen können.

Alle Stationen, bei welchen nicht ein regelmäßiger Wechsel der Maschine stattfindet und auf welchen sich Wasserstationen befinden, sind an den Hauptgleisen mit Wasserkranen und Löschgruben zu versehen. Die Löschgrube hat 8,5 m Länge und 1 m Tiefe zu erhalten, und kommt der Wasserkran 5,45 m vom Ende der Löschgrube zu stehen. Personenperrons müssen 8—10 m von der Löschgrube liegen. Die Stellung der Wasserkrane richtet sich nach der Länge der Personenzüge, sodaſs die Maschine Wasser nehmen kann, ohne von dem Zuge getrennt zu werden. Bei großen Durchgangsbahnhöfen sind für Güterzüge besondere Wasserkrane aufzustellen.

Auf End- und solchen Stationen, auf welchen regelmäßiger Wechsel der Maschinen stattfindet, erfolgt die Füllung der Tender in oder an den daselbst befindlichen Anheizgebäuden."

In der **Schweiz** und **Holland** ist als Minimalhöhe der Ausgüsse der Wasserkrane über Schienenoberkante 2,85 m vorgeschrieben.

20. Drehscheiben und Schiebebühnen.

Preußen. „In durchgehenden Hauptgleisen sind Drehscheiben und Schiebebühnen mit versenkten Gleisen unzulässig." (cfr. § 72 der technischen Vereinbarungen). „Drehscheiben, auf welchen Lokomotiven und Tender verbunden gedreht werden, sollen thunlichst nach einem Durchmesser von 12,5 m konstruiert werden. Geringere Dimensionen sind besonders zu motivieren."

Schweiz. „Im Hauptgleise sind nur kleine Kreuzscheiben mit bedeckter Grube zulässig. Schiebebühnen mit offener Grube können nicht gestattet werden."

In **Holland** sind versenkte Gleise in Hauptgleisen sowie auch Drehscheiben in Hauptgleisen derjenigen Bahnhöfe, wo die Züge nicht immer halten, verboten. Ebenfalls sind daselbst Weichen, welche bei einer falschen Einstellung die Züge auf ein totes Gleis führen, nicht zulässig.

21. Entwässerungsanlagen.

Preußen. „Bei Neubauprojekten ist die Entwässerung des Planums, der Kellerräume, Senkgruben etc. eventuell unter Beifügung besonderer Profilzeichnungen, in dem Erläuterungsbericht näher zu erörtern."

Sachsen. „Für vollständige Entwässerung der Bahnhofsplanie in ihrer ganzen Längen- und Breitenausdehnung, sowie der unterirdisch angelegten Bauten, Feuergruben, Gleisbrückenwagen, Krangruben, Keller etc. ist durch Herstellung eines angemessenen Schleusen- und Grabensystems möglichst Sorge zu tragen. Zu diesem Zwecke sind in der Regel gemauerte besteigbare Hauptschleusen, — gewöhnlich eine Längsschleuse mit Abzug nach einer Seite des Bahnkörpers — und Nebenstränge aus Thonröhren, an deren Einmündung in die Hauptschleuse sich Schlammfänge befinden, beide mit den nötigen Einfall- beziehentlich Einsteigeschroten versehen, anzulegen. Das Mundloch der Schrote hat nicht weniger als 0,25 m unter Planie zu liegen. 0,8 m unter Planie erhält das Schrot Öffnungen von 0,1 qm zur Aufnahme des Sickerwassers aus den Bettungen.

Die Vorplätze, sowie die An- und Abfuhrwege innerhalb der Stationsplätze sind durch gute Chaussierung zu befestigen, namentlich ist auf jederzeit trockene Fußwege nach den Billet-, Gepäck- und Güterexpeditionen, sowie nach den Einsteigeperrons Bedacht zu nehmen. Das oben vorgeschriebene Entwässerungssystem hat sich daher auch auf die sämtlichen Wegeanlagen und auf die in der Regel unterirdisch anzubringenden Ausgüsse der Dachrinnen zu erstrecken."

§ 22. Bahnhofshochbauten. Über die Baulichkeiten auf den Bahnhöfen bestehen nur in Sachsen speciellere Vorschriften; dieselben sind hierunter abgedruckt und die wenigen in anderen Ländern existierenden Bestimmungen hinzugefügt.[75])

[75]) Für deutsche Bahnen ist Artikel 7 des Eisenbahnpostgesetzes vom 20. Dezember 1875 zu beachten, welcher lautet: „Bei Errichtung neuer Bahnhöfe oder Stationsgebäude sind auf Verlangen der Postverwaltung die durch den Eisenbahnbetrieb bedingten, für die Zwecke des Postdienstes erforderlichen Diensträume mit den für



Sachsen. Gebäudeanlagen. „Die auf den Bahnhöfen zu errichtenden Gebäude bestehen in der Regel aus einem Administrationsgebäude, einem Güterschuppen, einem Wirtschaftsgebäude, Abtrittsanlagen, bei gröfseren Stationen aufserdem in einem Lokomotivanheizgebäude mit Zubehör, Kohlenschuppen und Personenwagenschuppen. Hierzu kommen nach Befinden noch ein Oberbahnwärterhaus I. Klasse oder ein Bahnwärterhaus II. und III. Klasse und die erforderlichen Weichenstellerhäuschen.

a. Administrationsgebäude.[76]) Der Fufsboden des Parterres des Administrationsgebäudes mufs mindestens 0,6 m über der Planie liegen. Das Gebäude soll mindestens 5 m von der nächstliegenden Perronkante oder 6 m von der Mitte des nächstliegenden Gleises abstehen. Am Administrationsgebäude ist der Name der Station mit grofser Lapidarschrift vom Perron aus sichtbar, womöglich über dem Parterre anzubringen, auch ist an diesem Gebäude eine Uhr mit transparenten, von der Zufuhrstrafse, womöglich auch von dem Perron aus sichtbaren Zifferblättern aufzustellen.

Der Name der Station ist aufserdem noch an den beiden Endpunkten des Bahnhofes an rechtwinklig zur Bahnrichtung aufgestellten Tafeln mit grofser deutlicher Schrift bemerklich zu machen.[77])

b. Güterschuppen. Der Güterschuppen mit den zugehörigen Gleisen soll in der Regel und namentlich bei gröfseren Stationen auf der dem Administrationsgebäude gegenüberliegenden Seite des Bahnhofes erbaut werden, und sind die erforderlichen Expeditionsräume und ein Lokal für die Bodenarbeiter mit einzubauen.

Die Gröfse des Laderaumes ist selbstverständlich nach der zu erwartenden Güterfrequenz zu normieren, jedenfalls ist aber die Möglichkeit einer Vergröfserung auf mindestens das Doppelte des Laderaumes im Auge zu behalten.

Die Lage des Güterschuppens ist in der Regel so einzurichten, dafs die Eisenbahnwagen an der Gleisseite, die Landfuhrwerke an der entgegengesetzten Seite des Güterschuppens, letztere überdies so anfahren können, dafs die Gleise innerhalb des Bahnhofes nicht überschritten werden.

Der Fufsboden des Güterschuppens ist in der Höhe des Bodens der Güterwagen, 1,12 m über Schienenkopf, die Abfuhrstrafse in 0,85 m Höhe unter dem Fufsboden anzulegen. Das an dem Schuppen hinführende Gleis mufs mit seiner Mittellinie mindestens 2 m von der Wand des Gebäudes und 1,7 m von der Perronkante entfernt sein. Das Dach des Güterschuppens soll auf beiden Langseiten ohne Säulenunterstützung 4 m übergreifen und so konstruiert sein, dafs kein Teil der Konstruktion das Normalprofil berührt.

Der Güterboden ist mit doppelter Lage Pfosten von je 35 mm ($1^1/_2$") Stärke abzudielen. Der Zwischenraum zwischen Terrain und Balkenlage bleibt hohl.

c. Wirtschaftsgebäude. Das Wirtschaftsgebäude enthält die Holz- und Kohlenräume für die Bahnhofsverwaltung und für die Bewohner des Administrationsgebäudes, Arbeiter- und Weichenstellerstube, eine Schirrkammer für die Bahnhofsverwaltung, nach Befinden eine dergleichen für den betreffen-

---

den Postdienst etwa erforderlichen besonderen baulichen Anlagen von der Eisenbahnverwaltung gegen Mietsentschädigung zu beschaffen und zu unterhalten.

Dasselbe gilt bei dem Um- oder Erweiterungsbau bestehender Stationsgebäude, insofern durch die den Bau veranlassenden Verhältnisse eine Erweiterung oder Veränderung der Postdiensträume bedingt wird.

Bei dem Mangel geeigneter Privatwohnungen in der Nähe der Bahnhöfe sind die Eisenbahnverwaltungen gehalten, bei Aufstellung von Bauplänen zu Bahnhofsanlagen und bei dem Um- oder Erweiterungsbau von Stationsgebäuden auf die Beschaffung von Dienstwohnungsräumen für die Postbeamten, welche zur Verrichtung des durch den Eisenbahnbetrieb bedingten Postdienstes erforderlich sind, Rücksicht zu nehmen. Über den Umfang dieser Dienstwohnungsräume wird sich die Postverwaltung mit der Eisenbahnverwaltung und erforderlichen Falls mit der Landesaufsichtsbehörde in jedem einzelnen Falle verständigen. Für die Beschaffung und Unterhaltung der Dienstwohnungsräume hat die Postverwaltung eine Mietsentschädigung nach gleichen Grundsätzen wie für die Diensträume auf den Bahnhöfen zu entrichten.

Das Mietsverhältnis bezüglich der der Postverwaltung überwiesenen Dienst- und Dienstwohnungsräume auf den Bahnhöfen kann nur durch das Einverständnis beider Verwaltungen aufgelöst werden.

Werden bei Errichtung neuer Bahnhofsanlagen, sowie bei dem Um- oder Erweiterungsbau bestehender Stationsgebäude zur Unterbringung von Dienst- oder Dienstwohnungsräumen auf Verlangen der Postbehörde besondere Gebäude auf den Bahnhöfen hergestellt, so ist der erforderliche Bauplatz von den Eisenbahnverwaltungen gegen Erstattung der Selbstkosten zu beschaffen, der Bau und die Unterhaltung derartiger Gebäude aber aus der Postkasse zu bestreiten."

[76]) Sonst gewöhnlich Empfangs- oder Stationsgebäude genannt.

[77]) Vorschriften über das Anbringen einer Uhr und des Namens der Station bestehen in den meisten Ländern.



den Oberbahnwärterbezirk, endlich ein Waschhaus für die Bahnhofsbewohner und einen Stand für die Feuerspritze. — An diesem Gebäude ist womöglich ein offener, durch Mauer oder Bretterwand eingefriedigter Wirtschaftshof für den Bahnhofsrestaurateur anzulegen.

d. Wasserstationsgebäude. Die Gröfse des Gebäudes richtet sich nach dem für die Station erforderlichen Cisternenraume. Bei Aufstellung einer Dampfpumpe ist der Anbau eines Kohlenraumes nötig. Ist die Station eine Lokomotivstation, so ist auch ein Badezimmer für das Lokomotivpersonal einzubauen. — Bei kleineren Stationen mit Lokomotivstation ist das Wasserstationsgebäude in der Regel mit dem Anheizgebäude in Verbindung zu bringen.

e. Abtrittsanlagen. Die in der Regel auf allen Zwischenbahnhöfen anzulegenden, für die Reisenden bestimmten Abtritte sind, soweit nötig, zu beiden Seiten des Administrationsgebäudes in angemessener Entfernung von demselben und so zu stellen, dafs die Reisenden dieselben vom haltenden Zug aus leicht bemerken und mit dem mindesten Zeitaufwande erreichen können.

Die Abtritte erhalten die Bezeichnung „Für Männer" und „Für Frauen".

f. Anheizgebäude und Wagenschuppen. Für die Einrichtung dieser Gebäude sind die §§ 90—99 der technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen mafsgebend. Die vor dem Anheizgebäude anzulegenden Löschgruben müssen 7,5 m von dem Gebäude abstehen.

g. Kohlenschuppen. Ein Kohlenschuppen mit mindestens 1,4 m breitem Perron zum Aufstellen der Kohlenkörbe ist an allen Lokomotivstationen in der Nähe des Anheizgebäudes zu erbauen."

h. Vieh- und Wagenrampen. Alle Bahnhöfe sind mit Ladeperrons oder Laderampen für Vieh- und Wagenverladung zu versehen. Die Rampe ist 1,12 m hoch über Schienenkopf und so anzulegen, dafs der Wagen sowohl vom Ende als auch von der Seite beladen werden kann, und ist das Rampengleis in möglichst nahe Verbindung mit den Hauptgleisen zu bringen. An der Rampe oder in deren Nähe ist eine Ladeleere für die zulässige Ladung offener Güterwagen aufzustellen.

i. Gleisbrückenwagen sind auf den Stationen, wo Verladungen von Rohprodukten stattfinden, in der Nähe des Ladeplatzes oder Ladeperrons aufzustellen."

Belgien. In den Empfangsgebäuden sollen in der Regel 2 Wartesäle eingerichtet werden; jeder derselben soll eine dem Verkehre entsprechende Fläche jedoch nicht unter 30 qm erhalten. Um die Empfangsgebäude herum sind Perrons von 4 bis 8 m Breite je nach der Wichtigkeit des Bahnhofes anzulegen. Dieselben sollen immer ein Perrondach an der Bahnseite und wenn nötig auch an der andern Seite erhalten. Wo Neben- und Zwischenperrons vorkommen, kann das Ministerium die Herstellung von Schutzdächern für dieselben verlangen.

In **Holland** soll die Gesellschaft überall, wo der Aufsichtsrat es verlangt, ein Freiladeprofil und eine Brückenwage anbringen.

Sachsen. „Besondere Bestimmungen für die verschiedenen Klassen der Stationen und der Haltestellen. Die Stationen sind nach Verhältnis des daselbst stattfindenden Verkehres: Station I., II. und III. Klasse, Güterstationen und Haltestellen für Personenverkehr.

a. Haltestellen für Personenverkehr. Die Planiebreite an der Haltestelle soll mindestens auch bei eingleisigen Bahnen auf Dämmen und bei sogenannten Terraingleichen auf wenigstens 300 m Länge 10 m, in Einschnitten 20 m betragen.

An Gebäuden befindet sich an der Haltestelle nur ein Bahnwärterhaus I. oder II. Klasse mit eingebautem Warteraum und eine Abtrittsanlage für die Passagiere.

Das Gebäude steht mindestens 5 m von der nächstgelegenen Gleismitte ab.

Der Ortsname der Haltestelle ist an der nach der Bahn zugewendeten Seite des Bahnwärterhauses in Lapidarschrift, kleiner als bei den Stationen, anzubringen.

b. Güterstationen. Güterstationen erhalten in der Regel ein oder zwei Nebengleise, ein Gebäude wie die Haltestellen, jedoch mit einer Wohnung für einen Expedienten (in der Regel aus 2 Stuben, 2 Kammern und Küche bestehend) und einem Güterschuppen von den Verkehrverhältnissen entsprechender Gröfse. Nach der Stellung des letzteren, sowie der Lage des mindestens 3,5 m breiten Abfuhrweges ist die Breite der Planie abzumessen. Der Ortsname ist wie bei den Haltestellen anzubringen.

c. Stationen III. Klasse. Diese Stationen erhalten mindestens 2, in der Regel 3 Nebengleise.

Das Administrationsgebäude besteht aus Kellergeschofs, Parterre und einer Etage, nimmt 190 bis 250 qm Grundfläche ein und enthält in der Regel:

Im Kellergeschofs: die Kellerräume für die Bahnhofsverwaltung und für die Bewohner des Administrationsgebäudes.

Im Parterre: die Billet- und Gepäckexpedition von 25—35 qm Grundfläche, ein gröfseres Wartezimmer von circa 35—40 qm Grundfläche, ein kleineres Wartezimmer von circa 10—25 qm Grundfläche,

ausnahmsweise auch einen reservierten Raum von 10—15 qm Grundfläche, eine Lokalität für Polizeiexpedition von 8—10 qm Grundfläche, nach Befinden eine Lokalität von 10—15 qm Grundfläche für die Postverwaltung, eine Schirrkammer mit circa 10—15 qm Grundfläche, die Wohnung für den Restaurateur, aus Stube, Kammer, Küche, Speisekammer bestehend, von circa 40—50 qm Grundfläche, Hausflur, Treppenraum und Privete, zusammen 40—45 qm Grundfläche;

In der Etage: die Wohnung des Stationsvorstandes, in der Regel aus 3 Zimmern, 2 Kammern, Küche mit Speisekammer bestehend, eine oder zwei Wohnungen für Unterbeamte (Schirrmeister etc.), aus Stube, Kammer und Küche bestehend;

Im Dachraume: Wohnung für einen Weichenwärter oder Läuter, aus Stube und ein bis zwei Kammern bestehend; Bodenkammern für die Bahnhofsverwaltung und für die Hausbewohner.

d. Stationen II. Klasse. Diese Stationen erhalten ebenfalls mindestens 2, in der Regel 3 Nebengleise.

Das Administrationsgebäude enthält auf circa 300—360 qm Grundfläche und in Kellergeschofs, Parterre und einer Etage bestehend:

Im Parterre: die Billet- und Gepäckexpeditionen mit circa 40—45 qm Grundfläche und mit diesem im Zusammenhang ein Expeditionslokal für die Bahnhofsverwaltung mit circa 20—26 qm Grundfläche, ein gröfseres Wartezimmer mit circa 45—50 qm Grundfläche, ein kleines Wartezimmer mit circa 20—25 qm Grundfläche, ein reserviertes Zimmer von 10—15 qm Grundfläche, je ein Lokal für Post- und Polizeiexpeditionen, erstere mit 20—24 qm, letztere mit 8—10 qm Grundfläche, eine Schirrkammer von circa 16—20 qm Grundfläche, die Wohnung des Restaurateurs, aus Stube, zwei Kammern, Küche und Speisekammer bestehend, mit circa 65—85 qm Grundfläche, Hausflur, Treppenraum und Privete mit circa 55—60 qm Grundfläche;

In der Etage: die Wohnung des Stationsvorstandes, in der Regel aus drei Zimmern, zwei Kammern, Küche und Speisekammer, die Wohnung des Billeteurs oder Assistenten, in der Regel aus zwei Zimmern, zwei Kammern und Küche, die Wohnung eines Unterbeamten, aus Stube, Kammer und Küche bestehend;

Im Dachraume: zwei Wohnungen für Unterbeamte aus Stube und ein bis zwei Kammern bestehend; Bodenräume für die Bahnhofsverwaltung und die Hausbewohner.

Im Güterschuppen ist ein verschliefsbarer Raum für restante Güter einzubauen.

e. Stationen I. Klasse. Bei diesen Stationen sind die Gleisanlagen den Verkehrsverhältnissen entsprechend zu erweitern.

Im Administrationsgebäude werden aufser den bei den Stationen II. Klasse erforderten Räumen nach Befinden noch Lokalitäten für ein Ingenieur-Bureau, aus mindestens zwei heizbaren Räumen bestehend, ein reserviertes Wartezimmer und nach Erfordern ein Schaffner- und ein Oberschaffnerzimmer zu beschaffen sein. In der Regel wird hier das Bedürfnis einer Trennung der Billet- und Gepäckexpeditionslokalitäten eintreten; dieselben sind jedoch thunlichst nahe bei einander zu situieren.

Die Dienstwohnung des Bahnamtsvorstandes besteht in der Regel aus drei Zimmern, drei Kammern, Küche und Speisekammer, die des Güterverwalters, falls derselbe Dienstwohnung erhält, in der Regel aus drei Zimmern, zwei Kammern, Küche und Speisekammer, die Dienstwohnung des Billeteurs in der Regel aus zwei Zimmern, zwei Kammern und Küche."

Litteratur.

a. Selbständige Schriften.

Amsler-Laffon, J. Anwendung des Integrators (Momentenplanimeter) zur Berechnung des Auf- und Abtrages bei Anlage von Eisenbahnen, Strafsen und Kanälen. Zürich 1875.

Artmann, F. Eine Studie über Eisenbahnpolitik. Wien 1876.

Bähr, Dr. O. u. Langelhaus, W. Das Gesetz über die Enteignung von Grundeigentum in Preufsen vom 11. Juni 1874. Berlin 1875.

v. Bauernfeind. Beobachtungen und Untersuchungen über die Eigenschaften und die praktische Verwertung der Naudet'schen Aneroidbarometer. München 1874.

Bauke, E. H. De goedkoope aanleg van lokaal sporwegen, door en vorbeeld in Nederland toegelicht. Deventer 1872.

Culmann. Graphische Statik. Verschiedenes über Massenberechnungen und Massennivellement. Zürich.

Deutsches Bauhandbuch. Berlin 1874.

Deutsche Eisenbahnstatistik, herausgegeben von der geschäftsführenden Direktion deutscher Eisenbahnverwaltungen.

Eikemeyer. Das Massennivellement und dessen praktischer Gebrauch. Leipzig 1870.

Elsching. Anleitung zu barometrischen Nivellements mit Quecksilber- und Metallbarometern. Salzburg 1869.

Fairlie, R. F. Die richtige Praxis der Schmalspurbahnen. Zürich 1873.

v. Feldegg, E. Die Rentabilität projektierter Eisenbahnen nach der Methode des Ingenieurs Jules Michel berechnet, mit Anwendung auf das Projekt der mährischen Transversalbahn. Wien.

Göring. Massenberechnung, Massenverteilung und Transportkosten. Separatabdruck aus dem Centralblatt der Bauverwaltung. Berlin 1881.

Göring. Der Eisenbahnbau. Separatabdruck aus der „Hütte“. Berlin 1882.

Goschler, M. Ch. Les chemins de fer nécessaires. Paris 1873.

Hanhart u. Waldner. Tracierungshandbuch für die Ingenieurarbeiten und beim Bau von Eisenbahnen und Wegen. Berlin 1873.

Haushofer, Dr. M. Grundzüge des Eisenbahnwesens in seiner ökonomischen, politischen und rechtlichen Beziehung. Stuttgart 1873.

Hartwich. Aphoristische Bemerkungen über das Eisenbahnwesen und Mitteilungen über die Eisenbahnen Londons nebst Vorstädten. Mit 17 Plänen und Abbildungen. Berlin 1874.

Hartwich. Bemerkungen über Transportmittel und Wege, sowie über Gestaltung und Verwaltung des Eisenbahnwesens nach Maßgabe der Verhältnisse und Bedürfnisse. Berlin 1875.

Hartwich. Bemerkungen über den bisherigen Gang der Entwicklung des Eisenbahnwesens, sowie über dessen Gestaltung nach Maßgabe der Verhältnisse und Bedürfnisse mit besonderer Rücksicht auf die Zwecke des Vereins zur Förderung der Lokalbahnen. Berlin 1877.

Heider. Systematische Anleitung zum Tracieren der Eisenbahnen. Leipzig 1860.

Hellwag, W. Die Bahnachse und das Längenprofil der Gotthardbahn nebst approximativem Kostenvoranschlag und die Ursachen der Überschreitung des Kostenvoranschlages der Tessinischen Bahnen. Zürich 1876.

Heusinger v. Waldegg. Handbuch der speciellen Eisenbahntechnik. Leipzig.

Heyne. Das Tracieren der Eisenbahnen in vier Beispielen mit einem Anhange. Mit Atlas. Wien.

Hofmann, F. Über Tracierung von Eisenbahnlinien in offenem und coupiertem Terrain. 2. Aufl. Wien 1871.

Hostmann, W. Die Feldabahn, schmalspurige Strafseneisenbahn im Grofsherzogtum Sachsen-Weimar-Eisenach. Eisenach 1879.

Hostmann, W. Das Projekt einer schmalspurigen Eisenbahn von Quedlinburg über Suderode, Gernrode, Mägdesprung, Alexisbad und Stolberg nach Nordhausen. Eisenach 1880.

Hostmann, W. Die Vorzüge und Nachteile der Schmalspurbahnen, insbesondere der schmalspurigen Strafsenbahnen gegenüber den normalspurigen Sekundärbahnen. Berlin 1880.

Hostmann, W. Bau und Betrieb der Schmalspurbahnen und deren volkswirtschaftliche Bedeutung für das deutsche Reich. Wiesbaden 1881.

Höltschl. Das Höhenmessen mit Metallbarometern. Wien 1870.

Höltschl. Die Aneroide von Naudet u. Goldschmid. Wien 1872.

v. Kaven, A. Vorarbeiten zu Eisenbahnen. Aachen 1876 und Der Wegebau. Hannover 1870.

v. Kaven, A. Vorträge über Eisenbahnbau an der königl. technischen Hochschule zu Aachen. Baustatistik einer ausgeführten Eisenbahn. Aachen 1880.

Knoll, C. Taschenbuch zum Abstecken von Kurven an Eisenbahnen und Strafsen. Stuttgart 1873.

Kreuter. Das neue Tacheometer von Ertel & Sohn nach F. Kreuter's Patent. München 1875.

Kröhnke. Handbuch zum Abstecken von Kurven. Leipzig 1873.

Launhardt, W. Die Betriebskosten der Eisenbahnen in ihrer Abhängigkeit von den Neigungs- und Krümmungsverhältnissen der Bahn. Leipzig 1877.

Lazarini, O. Baukosten der Eisenbahnen. Wien 1877.

Malézieux. Les chemins de fer anglais en 1873. Rapport de missions. Publié par Ordre de Mr. le Minister des travaux publics. 2. edition. Paris 1874.

Merth. Tabellen zur Berechnung der Querschnittsflächen der Auf- und Abträge von variabler Planiebreite für Strafsen und Eisenbahnkörper. Wien 1873.

Moinot, J. Levés de Plans à la Stadia. Notes pratiques pour études de tracés. Périgueux 1865.

Morawitz. Strafsen- und Eisenbahnkurven. Wien 1870.

Norske smalsporede jernbaner. Typer of Constructioner ved de norske smalsporede jernbaner 1870.

Oppermann. Traité complet des chemins de fer économiques. Mit Atlas. Paris 1873.

v. Ott. Der logarithmische Rechenschieber. Theorie und Gebrauch desselben. Prag 1874.

Perdonnet. Traité élémentaire des chemins de fer. 3ième edition. 1865.

Pihl, C. Nogle Bemaerkninger om Bredsporede og Smalsporede Jernbaner. Kristiania 1874.

Plefsner, F. Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen nebst Preisermittelungen zur Feststellung der Baukosten. Berlin 1874.

Plefsner, F. Noch ein Wort zur Anregung des Baues der Lokalbahnen und Einrichtung eines billigen Eisenbahnbetriebes. Berlin 1875.

Plefsner, F. Die Dampfstrafsenbahn von Eisenberg nach Crossen, ihre Bau- und Betriebsformen und Ratschläge für die Herstellung ähnlicher Zweigbahnen. Gotha 1880.

Plefsner, F. Praktische Winke, betreffend die Herstellung landwirtschaftlicher Eisenbahnen. Gotha 1882.

Porro. La Tachéométrie. Paris 1858.

Rath. Bestimmung der Seehöhe von Orten auf graphischem Wege nach beobachtetem Barometer- und Thermometerstande. Wien 1870.

v. Ritgen, Dr. H. Neues System für Sekundärbahnen von normaler Spur. Berlin 1876.

Rickert. Zur Frage über den Bau von Lokal- (Sekundär-) Eisenbahnen. Danzig 1877.

Rühlmann. Logarithmische und trigonometrische Tafeln. Leipzig.

Rühlmann. Die barometrischen Höhenmessungen und ihre Bedeutung für die Physik der Atmosphäre. Leipzig 1870.

Rziha. Lehrbuch der gesamten Tunnelbaukunst. Berlin 1872.

Sarrazin, O. u. Oberbeck, H. Taschenbuch zum Abstecken von Kreisbögen für Strafsen und Eisenbahnen mit den an dieselben angeschlossenen Übergangskurven für Eisenbahnen. Berlin 1874.

Scheffler, H. Die Transportkosten und Tarife der Eisenbahnen, untersucht auf Grund der Betriebsresultate. Wiesbaden 1860.

Scheffler, H. Statistischer Beitrag zu der Eisenbahntariffrage. Ermittelung, weshalb und um wieviel einzelne Tarifpositionen höher gesetzt werden müssen. Braunschweig 1873.

Schoder. Hülfstabellen zur barometrischen Höhenbestimmung nebst Anleitung zur Untersuchung und zum Gebrauche der Aneroide. Stuttgart 1874.

Schreiber. Handbuch der barometrischen Höhenmessungen. Weimar 1877.

Schübler, A. Über Eisenbahnen von lokalem Interesse, insbesondere Vizinal- und Industriebahnen. Stuttgart 1872.

Schwabe, H. Über das englische Eisenbahnwesen. Reisestudien mit 1 Karte. Berlin 1871.

Schwabe, H. Mitteilungen über die auf der niederschlesisch-märkischen Eisenbahn stattgefundenen Versuchsfahrten mit dem Weissenborn'schen Dampfwagen (System Rowan).

Semrad. Technischer Bericht über die Verhältnisse der von Launsdorf nach Triest vorgeschlagenen Eisenbahnverbindungen. Triest 1871.

Simon. Das Fairlie'sche Patentsystem und sein Einflufs auf den billigeren Betrieb von Eisenbahnen, insonderheit Vizinalbahnen. Manchester 1870.

Sorge, C. Th. Die Sekundärbahnen in ihrer Bedeutung und Anwendung für Sachsen. Dresden 1874.

Spooner, C. E. Narrow Gauge railways. London 1871.

Stambach, J. Der topographische Distanzmesser in seiner Anwendung. Anleitung und Bestimmung der Distanz und Höhe eines Objektes aus einem Standpunkte. Aarau 1872.

Statens Jernvags Cygnader. Teknisk-ekonomisk beskrifning ofer Svenska. Stockholm.

Statistische Nachrichten von den preufsischen Eisenbahnen. Bearbeitet auf Anordnung des Handelsministers von dem technischen Bureau des Ministeriums. Berlin.

Stummer, J. Ritter v. Traunfels. Praktische Anleitung zum Tracieren der Eisenbahnen. Weimar 1867.

Technischer Bericht über das Projekt der Arlbergbahn Bludenz-Landbeck samt Beilagen und zugehörigen Aktenstücken.

Vorländer, J. J. Anleitung zum Feldmessen mit besonderer Rücksicht auf die Anwendung des metrischen Mafses. Berlin 1871.

v. Weber, M. M. Die Technik des Eisenbahnbetriebes in Bezug auf die Sicherheit desselben. Leipzig 1854.

v. Weber, M. M. Die Praxis des Baues und Betriebes der Sekundärbahnen mit normaler und schmaler Spur, welche Personen und Güter führen. Wien 1873.

v. Weber, M. M. Neue Pfade der Volkswirtschaft. Die Sekundäreisenbahnen mit normaler Spurweite und langsamer Fahrbewegung. Weimar 1874.

v. Weber, M. M. Die Individualisierung und Entwickelbarkeit der Eisenbahnen. Leipzig 1875.

v. Weber, M. M. Der staatliche Einflufs auf die Entwickelung der Eisenbahnen minderer Ordnung. Leipzig 1878.

Wendland, A. Veranschlagung der Betriebskosten von Primär- und Sekundärbahnen. Berlin 1881.

Werner, C. Die Tacheometrie und deren Anwendung bei Tracestudien. 1873.

Winkel. Handbuch zum Abstecken von Kurven. Berlin 1872.

Winkler, E. Der Eisenbahnunterbau. Prag 1874.

b. In Zeitschriften.

Annales des ponts et chaussées.

Baum. Étude sur les chemins de fer d'intérêt local. 1878. 2 sem. S. 484.

Michel. Sur le Trafic probable des chemins de fer d'interêt local. 1868. Mars et Avril und 1873, S. 85.

Engineering.

Sekundäre gegen breitspurige Bahnen. 1871, S. 287. Die Festiniogbahn. 1872, S. 439.

Deutsche Bauzeitung.

Bemerkungen zu den generellen Projekten für die Vervollständigung des bayrischen Eisenbahnnetzes. 1869, S. 62.

Gerwig. Die badische Schwarzwaldbahn mit Abbildung der Trace und des Profils. 1872, S. 41.



Göring. Ein Instrument für Eisenbahnvorarbeiten. 1872, S. 406.

Meydenbauer. Verschiedene Aufsätze über Photogrammetrie. 1867, S. 125, 139, 149 etc.

Meydenbauer. Aufnahme der Querprofile mit Pendelspiegel. 1873, S. 357.

Oberbeck. Abgekürztes Verfahren bei Berechnung von Erdmassen, Grund- und Böschungsflächen für den Bau von Eisenbahnen. 1868, S. 370.

Die Eisenbahn.

Über die beste Methode des Baues und des Betriebes von Gebirgsbahnen. 1875, S. 134.

Nouvelles annales de la construction.

Matthiou. Tafeln zum Auffinden der Flächen und Inhalte verschiedener Profile bei Erdarbeiten. 1865, S. 161.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Baumeister. Summarische Veranschlagung der Betriebskosten auf Adhäsionsbahnen. 1880, S. 115.

Herstellungskosten der französischen Eisenbahnen. 1873, S. 165.

Heusinger v. Waldegg. Über die Anlage von Sekundärbahnen auf unseren Landstrafsen und einfache Vorrichtungen zum schnellen Überladen der Güter bei Wagen verschiedener Spurweite. 1875, S. 183.

Hladik. Über die Bestimmung der erforderlichen Anzahl Bremsen bei Eisenbahnzügen. 1866, S. 6.

v. Szabo, J. Bestimmung der wahrscheinlichen Selbstkosten des Betriebs auf Eisenbahnen. 1875, S. 121.

Scheffler, H. Grundsätze für die Tracierung, Vermessung und Kartierung der Eisenbahnen im Herzogtum Braunschweig. 1856, S. 101.

Scheffler, H. Über die Kosten des Eisenbahntransports. 1860, S. 49.

v. Stavenhagen. Über die Eisenbahnen Rufslands. 1872, S. 1 u. 87.

Tellkampf. Über die Bestimmung der erforderlichen Zahl von Bremsen in den Zügen der Haupt- und Nebenbahnen. 1875, S. 31.

Repertorium der Meteorologie.

Wild. Über das Aneroid von Goldschmid und Thermobarometer von Geisler. 1872.

Schweizerische polytechnische Zeitschrift.

Baumeister, R. Über sekundäre Eisenbahnen. 1870.

Wochenblatt für Architekten und Ingenieure.

Nestor. Über barometrische Tracierungsarbeiten. 1881, S. 19.

Göring. Über Krümmungsverhältnisse etc. 1881, S. 59.

Zeitschrift des Architekten- und Ingenieurvereins zu Hannover.

Bösch. Topographische Aufnahmen für Vorarbeiten von Eisenbahnen. 1872, S. 559.

Franke. Anwendung einiger elementarer Sätze der Geometrie der Lage auf die Feldmefskunst. 1870, S. 405.

Heuser. Die Aufnahme des Terrains mit Distanzmesser bei Eisenbahnvorarbeiten, insbesondere die Methode von Moinot. 1871, S. 445.

Köpke. Statistisches über Lokalbahnfragen. 1876, S. 601.

Launhardt. Kommerzielle Tracierung. 1872, Heft IV.

Launhardt. Das Massennivellement. 1874, S. 191.

Steinach, H. Über Aneroide und Aneroidaufnahmen. 1881, Heft 1.

Wiebe. Festlegung einer Eisenbahnlinie durch das Horizontalkurvennetz. 1868, S. 415.

Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereins.

Fink, Pius. Über den Einflufs der Verkehrs- und Traceverhältnisse auf die Betriebskosten und die Höhe der Tarifsätze beim Eisenbahntransport. 1870, Heft VIII.

Hufs, Ludwig. Die Lokalbahn von Unter-Draudorf nach Wolfsberg und die Hauptbahn von Darvis nach Pontafel. 1880, S. 93.

Klein, J. Stern's Tachymeter. 1880, S. 73.

Leichte Bahnen in England. Verschiedene Konstruktionen. 1872, S. 362.

Nördlinger. Entfernung der Wasserstationen. 1871, S. 321.

Pontzen. Über die Verbindung zweier durch einen Gebirgsrücken getrennten Eisenbahnen. 1870, S. 148.

Schneider, J. C. Die Aufnahme der Schichtenpläne mit dem Mefstische. 1875, S. 286.

Tinter. Das verbesserte Tacheometer von G. Starke. 1873.

Tinter. Mitteilungen über Wittmann's Mefsrad. 1875, S. 45.

Wittmann, R. Über Mefsräder und Kurveometer. 1875, S. 44.

Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen.

Hulbert. Holzbahnen in Kanada. 1872, S. 92 u. 896.

Plefsner. Über das Begründungs- und Bauwesen der Eisenbahnen. 1873, S. 431.

Tellkampf. Die durchschnittlichen, sowie die Minimal-, Stations- und Transportkosten für den Güterverkehr. 1873, S. 693.

Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure.

Vojácek. Über Tracieren mit Aneroid. 1871, S. 193.

Zeitschrift für Bauwesen.

Hättasch, Th. Die Ausführung genereller Vorarbeiten bei Eisenbahnen und Strafsen mittels des Starke-Kammerer'schen Universalinstruments und des Moinot'schen Tacheometers. 1873, S. 151.

Malberg. Über den Bau der schlesischen Gebirgsbahn. 1868, S. 95.

Plathner. Billige Frachten auf Eisenbahnen. 1860, S. 455.

Schwabe. Wie die Leistungsfähigkeit der Eisenbahnen, besonders für den Massenverkehr unter entsprechender Ermäfsigung der Anlage- und Betriebskosten zu erhöhen ist. 1874, S. 373 u. 508.

Zeitschrift für Vermessungswesen.

Helmert. Resultate über die mit Tachymetern zu erreichende Genauigkeit. 1874, S. 325.

Jordan. Das Federbarometer und seine Anwendung zum Höhenmessen. 1873, S. 1.

Jordan. Tabelle und Diagramm zur Berechnung aneroidischer Messungen. 1873, S. 306.

Koppe. Höhenmessungen mit Federbarometern. 1874, S. 1.

c. Litteratur für die gesetzlichen Bestimmungen.

Deutschland.

Entwurf eines Reichseisenbahngesetzes vom 1. März 1874. Berlin 1874.

Vorläufiger Entwurf eines Reichseisenbahngesetzes vom April 1875. Berlin 1875.

Normen für die Konstruktion und Ausrüstung der Eisenbahnen Deutschlands vom 12. Juni 1878. Berlin 1878.

Bahnordnung für deutsche Eisenbahnen untergeordneter Bedeutung vom 12. Juni 1878. Berlin 1878.

Technische Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen über den Bau und die Betriebseinrichtungen der Eisenbahnen. Juni 1876.

Grundzüge für die Gestaltung der sekundären Eisenbahnen. Hannover 1876.

Bahnpolizeireglement für die Eisenbahnen Deutschlands vom 4. Januar 1875, mit Abänderungen vom 12. Juni 1878 und 17. Mai 1881.

Betriebsreglement für die Eisenbahnen Deutschlands vom 1. Juli 1874, Berlin 1874, mit Nachtrag vom Aug. 1881.

Betriebsreglement des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen, vom 1. Januar 1881, Berlin 1881, mit mehrfachen Nachträgen und einem Übereinkommen zum Betriebsreglement.... vom 1. Januar 1881.

Preufsen.

Eisenbahngesetz vom 3 November 1838.

Bestimmungen über die Prüfung der Anträge auf Konzessionierung von Eisenbahnanlagen vom 30. November 1838.

Bestimmungen für die Aufstellung der technischen Vorarbeiten zu Eisenbahnanlagen in Preufsen, aufgestellt im königl. Ministerium für Handel etc. Oktober 1871, abgeändert im Eisenbahn-Verordnungsblatt 1882, S. 69.

Cirkularverfügung vom 17. Mai 1871, betreffend die Instruktion zur Aufstellung der Projekte und Kostenanschläge für den Bau der Kunststrafsen. (Erbkams Zeitschr. f. Bauw. 1871).

Normen für die Aufstellung von Bahnhofsprojekten, Verfügung des Handelsministeriums vom 27. Juli 1873.

Ministerialverfügung vom 29. Dezember 1873, betreffend Dimensionen für Bauwerke.

Gesetz über die Enteignung von Grundeigentum vom 11. Juni 1874.

Bestimmungen zum Schutze gegen Feuersgefahr.

Reskript der Ministerien des Innern, der Polizei und der Finanzen vom 16. Juni 1842 (Ministerialblatt der inneren Verwaltung. S. 212).

Reskript des Ministers des Innern vom 11. Juli 1845 (Ministerialblatt der inneren Verwaltung 1845, No. 223).

Cirkularreskript der Ministerien des Innern und der Finanzen vom 4. Dezember 1847 (Ministerialblatt der inneren Verwaltung 1847, No. 406).

Desgl. vom 20. März 1848. (Ministerialblatt der inneren Verwaltung 1848, No. 126).

Reskript der königl. Ministerien der Finanzen und des Innern vom 20. März 1848. (Ministerialblatt der inneren Verwaltung 1848, No. 127).

Desgl. vom 28. April 1848 an die königl. Regierung zu Frankfurt.

Desgl. vom 3. August 1848 an die königl. Regierung zu Minden.

Erlafs des königl. Ministeriums für Handel etc. vom 5. November 1853. II. 7857.

Desgl. vom 8. August 1856. II. 4451.

Desgl. vom 4. September 1856. II. 7217 (s. auch Bessel u. Kühlwetter. II. S. 96).

Das preufsische Eisenbahnrecht von Bessel u. Kühlwetter. Köln 18⁵⁵/₅₇.

Preufsische Polizeiverordnung über die Abwendung von Feuersgefahr bei den in der Nähe von Eisenbahnen befindlichen Gebäuden und lagernden Materialien, vom 20. Februar 1875.

Sachsen.

Allgemeine Bestimmungen für die Einrichtung der Bahnhöfe und Haltestellen. Erlafs des Finanzministeriums vom 5. Februar 1870.

Verordnung der Ministerien der Finanzen und des Innern, die technischen Vorarbeiten für den Bau von Privat-Eisenbahnen im Königreich Sachsen betreffend, vom 30. September 1872.

Bayern.

Bemerkungen zu den generellen Projekten für Vervollständigung des bayrischen Eisenbahnnetzes vom Sept. 1867.

Instruktion für die Detailprojektierung der königl. bayrischen Staatsbahnen, aufgestellt von der Generaldirektion der königl. bayrischen Verkehrsanstalten, Bauabteilung, im Juli 1874.

Österreich.

Eisenbahnkonzessionsgesetz vom 14. September 1854. (Reichsgesetzblatt No. 238).

Verordnung des Handelsministeriums vom 4. Februar 1871, betreffend die Verfassung und Vorlage der auf Eisenbahnen bezüglichen Projekte und die damit zusammenhängenden Amtshandlungen.

Bestimmungen zum Schutze gegen Feuersgefahr.

Hofkanzleidekret vom 22. Oktober 1841.

Hofkammer-Präsidialerlaß an die Generaldirektion der Staatseisenbahnen vom 18. Januar 1844.

Handelsministerial-Erlasse vom 10. Mai 1858, vom 8. August 1858, vom 26. August 1862 und vom 23. April 1868.

Sammlung der das österreichische Eisenbahnwesen betreffenden Gesetze etc. von Pollanetz und v. Wittek.

Schweiz.

Bundesgesetz über Bau und Betrieb der Eisenbahnen auf dem Gebiete der schweizerischen Eidgenossenschaft vom Dezember 1872.

Verordnung zum Bundesgesetz vom 23. Dez. 1872 über den Bau und Betrieb der Eisenbahnen vom 1. Febr. 1875.

Entwurf einer Verordnung über die technische Einheit im schweizerischen Eisenbahnwesen (für Haupt- und Sekundäreisenbahnen).

Italien.

Legge sui Lavori Pubblici. 20. Marzo 1865. Titolo V. Delle strade ferrate.

Regolamento per la composizione dei progetti relativi al servizio affidato al corpo reale del genio civile approvoto con Decreto del Ministro dei Lavori pubblici del 4. Ottobre 1868.

Legge sulle espropriazioni per causa di utilita pubblica 25, giugno 1865.

Frankreich.

Loi sur la Police des chemins de fer du 5. Juillet 1845. Règlement d'administration publique sur la police, la sureté et l'exploitation des chemins de fer du 15. Novembre 1846.

Modèle de cahier des charges d'une concession de chemin de fer.

Programme pour la Rédaction des Projets approuvé par le ministre des Travaux Publics Bineau.

Goschler. Traité pratique de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer.

Instructions relatives à l'enquête à ouvrir sur les emplacements des Stations. Circulaire aux Prefets du 25. Janvier 1854.

Distance à observer pour l'établissement des dépôts de matières inflammables dans le voisinage des chemins de fer. Circulaire au contrôle du 31. Janvier 1854.

Etablissements de garde-corps sur les parapets des ponts. Circulaire aux compagnies du 31. Août 1855.

Emploi de contre-rails dans la traversée des passages à niveau. Circulaire aux compagnies du 2. Mars 1859.

Code annoté des chemins de fer en exploitation ou receuil méthodique de lois, décrets, ordonnances etc., publié par E. Lamé Fleury. (Paris A. Chaix et Cie. 1872, 3. edit.)

Belgien.

Loi sur la Police de chemins de fer du 15. Avril 1843.

Cahier des charges et conditions génerales pour la construction et l'exploitation des chemins de fer concédés.

Circulaire du ministre des Travaux Publics du 21. Septembre 1874 sur la Fondation des ouvrages d'art.

Législation des Travaux Publics en Belgique, receuil complet des lois, règlements et arrêtés sur la matière par Labye. (Liège Demarteau 1876, 2. edit.)

England.

The standings Orders of the Houses of Lords and Commons relative to private bills.

Holland.

Wet tot Regeling van de dienst en het gebruik der spoorwegen van 9. April 1875. (Staatsblad No. 67.)

Koninklijk Besluit tot vaststelling van een algemeen reglement voor de dienst op de spoorwegen van 27. October 1875 (Staatsblad No. 183).

Koninklijk Besluit houdende bepaling der wijze van afsluiting der spoorwegen van 26. Februari 1863 (Staatsblad No. 14).

Verzameling van wetten besluiten enz betreffende de spoorwegen in Nederland door van Citters en van Rosendael. (van Cleef s' Gravenhage 1876).

Norwegen.

Lov, indeholdende Bestemmelser angaaende Jernveie til almindelig Afbenytelse. 7. September 1854.



II. Kapitel.

Einflufs des Betriebes auf das Alignement.

Bearbeitet von

R. Koch,

Chef der Sektion für Eisenbahnbetrieb im kgl. serb. Bauten-Ministerium zu Belgrad.

(Hierzu die Zeichnungstafeln IX und X.)

---

§ 1. Einleitung. Werden zwei Orte durch eine Eisenbahn verbunden, welche nur kommerziellen Zwecken dienen soll, so ist die Linie aufzusuchen, für welche das Verhältnis der Einnahmen zu den Ausgaben am günstigsten wird.

Die Einnahmen einer Bahn wachsen mit der Stärke des Verkehrs, welcher ein durchgehender oder ein Lokalverkehr oder eine Kombination beider sein kann.

Die Ausgaben setzen sich zusammen aus den Zinsen der Bausumme und aus den Betriebskosten, letztere sind teils konstant (Verwaltungs- und Generalkosten) teils ändern sie sich mit der Trace der Bahn.

Ist die Bausumme für eine bestimmte Linie gleich K Mark und betragen die konstanten Betriebskosten B Mark, während die variablen Betriebskosten pro Zug B_1 Mark ausmachen, werden ferner pro Jahr N Züge befördert und soll das Anlagekapital mit Z Prozent verzinst werden, so mufs die Bahn pro Jahr $\frac{Z\,K}{100} + B + N\,B_1$ Mark aufbringen.

Gibt man der Linie scharfe Steigungen und Kurven, so wird im allgemeinen die Bausumme K, also auch das erste Glied $\frac{Z\,K}{100}$ obiger Ausgabe, klein, dagegen das letzte $N\ B_1$ grofs; bei schwachen Steigungen und Kurven dagegen nimmt $\frac{Z\,K}{100}$ zu, während $N\ B_1$ abnimmt.

Es ist Aufgabe des Technickers, Kurven und Steigungen so zu bestimmen, dafs die Summe der Ausgaben ein Minimum wird.

Da die Betriebskosten mit zunehmendem Verkehre, also mit der Zahl N der Züge, wachsen, so dürfen sich bei frequenten Bahnen die Baukosten erheblich vergröfsern, wenn dadurch die Betriebskosten pro Zug herabgezogen werden, während umgekehrt bei schwachem Verkehre die Betriebskosten pro Zug zunehmen dürfen, wenn dadurch die Baukosten abnehmen.

Die Ermittelung des zu erwartenden Verkehrs bildet eine der schwierigsten und wichtigsten Aufgaben bei dem Projektieren einer Bahn, ihre zuverlässige Lösung bedingt die richtige Wahl der Trace.

Wir nehmen bei unserer Abhandlung die Stärke des Verkehrs stets als gegeben an. Hat man es nur mit durchgehendem Verkehre zu thun, so kommt es nur darauf an, zwischen den beiden E n d p u n k t e n der Bahn, die Bahnlinie so, mit Rücksicht auf

die Richtung, in welcher die meisten Güter zu befördern sind, zu bestimmen, dafs die Kosten des Betriebes, mit den Zinsen der Bausumme, ein Minimum werden; man wird also, soweit nicht eine längere, aber billigere Linie den Vorzug verdient, beide Punkte durch die kürzeste mögliche Linie verbinden.

Soll die Bahn zugleich oder allein einen bedeutenden Lokalverkehr vermitteln, so dürfen Umwege nicht gescheut und müssen gröfsere Ortschaften oder industrielle Etablissements aufgesucht werden, um Güter und Personen heranzuziehen.

Je unbedeutender der durchgehende Verkehr ist, oder voraussichtlich bleiben wird, desto bedeutender dürfen die wegen des obigen Zweckes veranlafsten Umwege sein; je stärker er ist oder werden wird, desto mehr wird man durch besondere Zweigbahnen die Güter heranzuziehen suchen.[1])

Auch bei den dem Lokalverkehre dienenden Bahnen ist es Aufgabe des Technikers, zwischen je zwei zu verbindenden Nachbarorten die bauwürdigste Linie, das heifst diejenige, bei welcher die Betriebskosten mit den Baukapitals-Zinsen ein Minimum werden, zu bestimmen; nur wird er, wenn die neue Bahn an andere, unter derselben Betriebsverwaltung stehende Bahnen anschliefst, bei der Wahl der Linie insofern beschränkt, als die stärksten Steigungen und Kurven in der Regel nicht stärker sein dürfen, als diejenigen der angrenzenden Strecken.

Es kann nämlich der Fall eintreten, dafs zur Ergänzung eines bestehenden Bahnnetzes eine Bahnlinie zwischen zwei Nachbarorten aufgefunden wird, für welche die Zinsen der Bausumme und die Betriebskosten geringer werden, als für eine andere, während gleichwohl ihr Bau nicht vorteilhaft ist, weil der Betrieb auf ihr unter anderen Bedingungen, z. B. mit stärkeren Lokomotiven oder schwächeren Zugstärken auszuführen sein würde, als auf den Nachbarstrecken; letzteres würde nur zulässig sein, wenn die Bahn so lang wäre, dafs es sich verlohnte, einen besonderen Betrieb auf ihr einzurichten.

Um Einheitlichkeit in den Betrieb zu bringen, setzt man daher von vornherein mit Rücksicht auf die zu verbindenden Bahnen die stärksten Steigungen und Kurven fest, welche auf der Bahn vorkommen dürfen.

Führt eine Bahn sowohl durch Flachland, als auch über ein Gebirge, so trennt man sie in zwei oder mehr Teile und bestimmt die Maximalsteigungen und Kurven für jeden derselben besonders, indem man der Rechnung verschiedene Betriebsverhältnisse zu Grunde legt.

Auch in dem letzten Falle müssen die Maximalsteigungen etc. der Bahn in ihren verschiedenen Abschnitten in einem bestimmten Verhältnisse zu einander stehen, wenn der Betrieb einfach und billig zu bewerkstelligen sein soll.

Es ist der Zweck vorliegender Arbeit, die Abhängigkeit der Betriebskosten einer Bahn mit einem bestimmten Verkehre von den Steigungsverhältnissen derselben darzuthun und ihre Gröfse unter gegebenen Bedingungen zu bestimmen.

Wir werden zu dem Zwecke zunächst untersuchen, mit welchem Füllungsgrade eine Lokomotive mit gegebenen Abmessungen unter bestimmten Bedingungen am günstigsten arbeitet und aus den gewonnenen Resultaten Grundsätze ableiten, nach denen die vorteilhafteste Konstruktion der Lokomotiven für verschiedene Zwecke zu beurteilen ist.

Die dann folgende Bestimmung der vorteilhaftesten Geschwindigkeit der Züge soll die Abhängigkeit derselben von den verschiedenen Faktoren zeigen, aus welchen

---

[1]) „Kommerzielle Tracierung".

sich die Zugbeförderungskosten zusammensetzen. Die Gröfse dieser Geschwindigkeit ist in hervorragendem Grade mit mafsgebend für die Feststellung der Bahntrace. Die aufgestellten Formeln liefern zugleich die zur Berechnung der Betriebskosten für Konkurrenzlinien nötige Grundlage.

Es folgen sodann Betrachtungen über den Grad der Zuverlässigkeit der benutzten alten und der neu aufgestellten Formeln.

Eine fernere Untersuchung soll die Abhängigkeit der Steigungsverhältnisse, der Zuggeschwindigkeit, der Zugstärke, sowie der Lokomotiv-Dimensionen von einander nachweisen und die zu treffende Wahl der zu verwendenden Lokomotiven behandeln.

Bei Bahnen mit getrenntem Betriebe, welche sich aus Flachlands- und Gebirgsstrecken zusammensetzen, wird zugleich der Zusammenhang der Steigungsverhältnisse auf den einzelnen Strecken, selbst wenn diese mit verschiedenen Lokomotiven und Zugstärken durchfahren werden sollen, dargethan und gezeigt werden, dafs man nicht auf einer Strecke die Steigungsverhältnisse beliebig ändern kann, ohne die anderen in Mitleidenschaft zu ziehen.

Aufserdem sollen die entwickelten Formeln an verschiedenen Stellen als Anhaltspunkte zur Beantwortung mancher für den Bau und Betrieb wichtiger Fragen benutzt oder doch deren Brauchbarkeit hierzu angedeutet werden.

Der weiter folgenden Bestimmung der zweckmäfsigsten Entfernung der Wasserstationen von einander schliefst sich ein Versuch an, aus den Kosten, welche die Verunreinigung des Wassers durch feste Bestandteile verursacht, die Summen abzuleiten, welche zur Erlangung guten reinen Wassers noch mit Nutzen aufgewendet werden dürfen.

Den Schlufs bildet der Vergleich der Konkurrenzfähigkeit zweier Linien mit verschiedenen Steigungen und Längen unter der Voraussetzung, dafs der Verkehr derselben sowohl unter sich, als auch nach beiden Richtungen hin, der gleiche ist.

Zu einer zuverläfsigen Lösung unserer Aufgabe sind in erster Reihe zutreffendere Formeln zur Bestimmung der Zugkraft und der Leistungsfähigkeit der Lokomotiven sowie der Widerstände der Eisenbahnfahrzeuge in gerader Strecke, in Kurven, bei Wind etc. erforderlich, als leider bislang vorliegen.

§ 2. Berechnung der vorteilhaftesten (den geringsten Kohlenverbrauch pro Achskilometer erfordernden) Zugstärke bei verschiedenen Steigungen, Geschwindigkeiten und Lokomotivkonstruktionen.

Die Kosten der Zugbeförderung hängen in hervorragendem Mafse von dem Kohlenverbrauche der Lokomotiven ab, dieser selbst wächst mit dem Dampfverbrauche, also mit dem Füllungsgrade der Dampfcylinder.

Es mufs bei jeder Lokomotive für eine bestimmte Steigung und Zuggeschwindigkeit ein bestimmtes Mafs für diesen Füllungsgrad, also für das angewandte Expansionsverhältnis geben, bei welchem das Verhältnis der auf den eigentlichen Zug übertragenen Arbeit $\mathfrak{A}$ zu dem Dampfverbrauche D ein Maximum wird.

Ist r der Halbmesser und a der Füllungsgrad der Dampfcylinder, letzterer in Prozenten des Kolbenweges h ausgedrückt, p der Dampfüberdruck im Kessel, p_1 der nutzbare mittlere Druck in den Cylindern und R der Halbmesser der Treibräder der Lokomotive, so wird die Arbeit $\mathfrak{A}$ derselben bei jeder Radumdrehung gleich $p_1 r^2 \pi 4 h$.

Nach Clark ist der mittlere nutzbare Dampfdruck

$$p_1 = \frac{p}{100}(13{,}5\sqrt{a}-28).$$



Unter Zuhülfenahme dieser Formel wird

$$A = \frac{p}{100}(13{,}5\sqrt{a}-28).r^2\pi.4h.$$

Von diesem Werte geht noch die zur eigenen Bewegung der Lokomotive als Wagen und Maschine nötige Arbeit ab, dieselbe ist nach Welkner gleich

$$\frac{Q}{1000}\left(M+Nv^2+\frac{1000}{x}\right)2.R\pi$$

für jede Treibradumdrehung, wenn Q, das Gewicht der Lokomotive, in Kilogrammen ausgedrückt wird, v die Geschwindigkeit des Zuges in Kilometern pro Stunde bezeichnet, N für Metermafs gleich 0,0044 und x die Länge der Bahn ist, in welcher sie um 1 steigt und M eine konstante Zahl bedeutet, welche für ungekuppelte Lokomotiven gleich 6, für einfach gekuppelte gleich 8 und für zweifach gekuppelte Lokomotiven gleich 12 wird.

Die auf den eigentlichen Zug übertragene Arbeit $\mathfrak{A}$ der Lokomotive beträgt daher, wenn wir für den Widerstand der Lokomotive die Bezeichnung

$\frac{Q}{1000}.3R\pi\Psi$ einführen, bei welcher $\Psi = M+Nv^2+\frac{1000}{x}$ ist,

für jede Treibradumdrehung

$$\mathfrak{A} = \frac{p}{100}(13{,}5\sqrt{a}-28)\,r^2\pi 4h - \frac{Q}{1000}.2R\pi\Psi.$$

Der Dampfverbrauch D von der Kesselspannung p wird für jede Treibradumdrehung

$$D = \frac{4ahr^2\pi}{100}.$$

Das Verhältnis der auf den Zug übertragenen Arbeit $\mathfrak{A}$ zur aufgewandten Dampfmenge ist daher

$$\frac{\mathfrak{A}}{D} = \frac{p(13{,}5\sqrt{a}-28)\,r^2\pi.4h.100}{100.4.a.h.r^2.\pi} - \frac{Q.2.R.\pi.\Psi.100}{1000.4.a.h.r^2.\pi}$$

$$= \frac{p(13{,}5\sqrt{a}-28)}{a} - \frac{Q.R.\Psi}{20.a.h.r^2} = p.13{,}5.a^{-1/2} - 28.p.a^{-1} - \frac{Q.R\Psi}{20hr^2}.a^{-1}.$$

Um aus dieser Gleichung den Wert von a zu finden, für welchen $\frac{\mathfrak{A}}{D}$ ein Maximum wird, setzen wir die erste Abgeleitete nach a gleich 0, wir erhalten dadurch

$$0 = -\frac{13{,}5p}{2\sqrt{a^3}} + \frac{28.p}{a^2} + \frac{QR\Psi}{20.h.r^2.a^2}$$

$$a = \left(\frac{56}{13{,}5} + \frac{2QR\Psi}{20hr^2 13{,}5p}\right)^2$$

$$a = \left(4{,}15 + \frac{7{,}4.R}{phr^2}.\frac{Q}{1000}.\Psi\right)^2 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; 1.$$

In diesem für a erhaltenen Ausdrucke bedeutet der Wert des Faktors $\frac{Q}{1000}\Psi$ die Gröfse des Widerstandes der Lokomotive bei einer Geschwindigkeit von v Kilometern pro Stunde. Bezeichnen wir denselben mit W_1, so wird

$$a = \left(4{,}15 + \frac{7{,}4R}{phr^2}W_1\right)^2 = 17{,}2225 + \frac{61{,}42RW_1}{pr^2h} + 54{,}76\frac{R^2W_1^2}{p^2h^2r^4} \quad . \; . \; . \; 2.$$

Der Ausdruck zeigt, wie der vorteilhafteste Füllungsgrad der Dampfcylinder mit dem Wachsen der Gröfsen p, h und r abnimmt, dafs er also kleiner wird, je gröfser der Dampfdruck im Kessel und der Cylinderdurchmesser wird, dafs er dagegen wächst, wenn sich der Treibraddurchmesser oder der Widerstand W_1 der Lokomotive vergröfsert.

Die durch die Lokomotive ausgeübte Zugkraft Z, den eigenen Widerstand nicht abgezogen, würde, wenn man mit voller Füllung, also ganz ohne Expansion arbeiten wollte, gleich

$\frac{4phr^2\pi}{2R\pi} = \frac{2phr^2}{R}$ werden, es ist daher $\frac{R}{2phr^2} = \frac{1}{Z}$.

Schalten wir diesen Wert in die Gleichung 2 ein, so nimmt sie die Form an:

$$a = 17{,}2225 + 122{,}84 \frac{W_1}{Z} + 219{,}04 \frac{W_1^2}{Z^2}, \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad 3^a.$$

in welcher sie die Abhängigkeit des vorteilhaftesten Füllungsgrades von dem Widerstande W_1, welchen die Lokomotive ihrer eigenen Bewegung entgegensetzt und von der stärksten Zugkraft Z, welchen sie, ohne Berücksichtigung der Reibungswiderstände, bei voller Füllung ausüben kann, noch deutlicher zeigt.

Könnte man eine Lokomotive konstruieren, bei welcher der Widerstand W_1 gleich 0 oder bei welcher Z unendlich grofs würde, so wäre der vorteilhafteste Füllungsgrad gleich 17,2225 Prozent des Kolbenhubs, wenn die Formel von **Clark** als genau richtig angenommen werden dürfte.

Setzen wir in die Gleichung

$$W_1 = \frac{Q}{1000} . \Psi \text{ oder } W_1 = \frac{Q}{1000} \left(M + 0{,}0044\, v^2 + \frac{1000}{x}\right)$$

für M die Zahlenwerte ein, so ist

$$W_1 = \frac{Q}{1000} \left(\begin{smallmatrix} 6 \\ 8 \\ 12 \end{smallmatrix} + 0{,}0044\, v^2 + \frac{1000}{x}\right)$$

und gelten die Zahlen 6, 8 und 12, je nachdem man eine ungekuppelte, eine zweifach oder eine dreifach gekuppelte Lokomotive vor sich hat.

Die Gröfse von W_1 wächst mit dem Gewichte Q, mit der Geschwindigkeit v, mit dem Werte von $\frac{1}{x}$, also der Steigung der Bahn, und mit der Zahl der gekuppelten Achsen der Lokomotive.

Beträgt das Gewicht von Maschine und Tender bei einer ungekuppelten Schnellzuglokomotive 50000 kg, ist die Geschwindigkeit v gleich 60 km pro Stunde und $x = \infty$, liegt die Strecke also horizontal, so wird $W_1 = 1092$ kg.

Ermäfsigt man v auf 50 und 40 km und setzt für x die Werte 200 und 100 ein, so wird $W_1 = 1100$ und gleich 1150 kg.

Der Wert von Z ist $= \frac{2 . p\, h\, r^2}{R}$; für $p = 9$ kg pro qcm, $h = 52$ cm,

$r = 20$ cm und $R = 95$ cm wird $Z = 3941$ kg.

und daher der vorteilhafteste Füllungsgrad a, je nachdem man in die Gleichung 3 die den verschiedenen Geschwindigkeiten entsprechenden Werte von W_1 einschaltet,

$$a = 68{,}28; \; a' = 68{,}76; \; a'' = 71{,}76.$$

Ist die Schnellzuglokomotive gekuppelt und ihr Gewicht gleich 60000 kg, so werden die Werte von W_1 unter den oben gemachten Voraussetzungen

$$W_1 = 1431, \; 1440 \text{ und } 1500 \text{ kg};$$

setzen wir

$p = 10$ kg pro qcm, $h = 54$ cm, $r = 21$ cm und $R = 95$ cm,

so wird Z sein 5014 kg und der vorteilhafteste Füllungsgrad a bei den verschiedenen Geschwindigkeiten und in den verschiedenen Steigungen gleich 69,99; 70,50 und 73,02.

Bei einer zweifach gekuppelten Lokomotive, wie sie z. B. häufig zur Beförderung von Eilgutzügen benutzt wird, berechnet sich für

$Q = 58000$ kg, $R = 70$ cm, $h = 58$ cm, $r = 22$ cm, $p = 8{,}5$ kg pro qcm

und $v = 40$ km, 35 und 30 km in der Horizontalen, in einer Steigung von 1:200 und einer solchen von 1:100

Z zu 6818 kg, W_1 zu 870; 1067 u. 1273 und a zu 36,14; 41,8 u. 47,83.

Ist die Lokomotive dreifach gekuppelt und zur Beförderung schwerer Güterzüge bestimmt und beträgt:

$Q = 65000$ kg $R = 63$ cm $h = 65$ cm $r = 24$ cm

$p = 8{,}5$ kg pro qcm und $v = 30;\ 22\frac{1}{2}$ und 15 km

pro Stunde in der Horizontalen, in den Steigungen 1:200 und 1:100, so wird

$Z = 10103$ kg, $W_1 = 1040;\ 1254$ u. 1495 kg und $a = 32{,}15;\ 35{,}23$ u. 40,19.

Bestimmen wir die auf den eigentlichen Zug übertragene Zugkraft Z_1[2]) für jede der 4 Lokomotiven bei den für die Fahrt in der Ebene berechneten vorteilhaftesten Expansionsgraden und unter den dort gemachten Voraussetzungen, so erhalten wir der Reihe nach die Werte

$Z_1 = 2192$ kg für die ungekuppelte Schnellzuglokomotive, wenn $v = 60$ km
$Z_1 = 2831$ „ „ „ gekuppelte Schnellzuglokomotive, wenn $v = 60$ „
$Z_1 = 2820$ „ „ „ „ Lokomotive für gemischte Züge, wenn $v = 40$ „
$Z_1 = 3869$ „ „ „ 3fach gekupp. Lokomotive für Güterzüge, wenn $v = 30$ „

Nach Versuchen von Vuillemin, Dieudonné und Guebhard ist für eine Geschwindigkeit v von 50 bis 60 km pro Stunde der Zugwiderstand gleich

$$(1{,}8 + 0{,}08\ v)\frac{P}{1000} + 0{,}006\ A\ v^2,$$

wenn P das Gewicht des Zuges in Kilogrammen und A die Stirnfläche des vordersten Wagens (gleich circa 5 qm) ist.

Für gemischte Züge mit $v = 32$ bis 50 km Geschwindigkeit wird dieser Widerstand gleich

$$(1{,}8 + 0{,}08\ v)\frac{P}{1000} + 0{,}009\ A\ v^2 \quad \text{und für Güterzuge gleich} \quad (1{,}65 + 0{,}05\ v)\frac{P}{1000}.$$

Setzen wir die berechneten Zugkräfte unserer Lokomotive diesen Widerständen gleich und führen für v die angenommenen Geschwindigkeiten ein, so wird

$$2192 = (1{,}8 + 0{,}08 . 60)\frac{P}{1000} + 0{,}006 . 5 . 3600$$

$$2831 = (1{,}8 + 0{,}08 . 60)\frac{P}{1000} + 0{,}006 . 5 . 3600$$

$$2821 = (1{,}8 + 0{,}08 . 40)\frac{P}{1000} + 0{,}009 . 5 . 1600$$

$$3869 = 1{,}65 + 0{,}05\frac{P}{1000}.$$

Aus diesen Gleichungen berechnen sich die Werte von P, also die vorteilhaftesten Zuggewichte, zu

$P = 315758$ kg für Personenzüge mit ungekuppelter Lokomotive
$P = 412576$ „ „ Personenzüge mit gekuppelter Lokomotive
$P = 549600$ „ „ gemischte Züge
$P = 1222254$ „ „ Güterzüge.

---

[2]) Die Zahl Z ist nach dem Früheren die Zugkraft, welche die Lokomotive bei voller Cylinderfüllung, also für $a = 100$ ausüben würde, wenn der Eigenwiderstand gleich Null wäre. Z_1 dagegen bezeichnet die Zugkraft bei dem eben ausgerechneten vorteilhaftesten Füllungsgrade, nachdem die zur eigenen Fortbewegung nötige Zugkraft

$$W_1 = \frac{Q}{1000}\left(M + N\,v^2 + \frac{1000}{x}\right)$$

zuvor abgezogen ist. Es ist demnach

$$Z = \frac{2\,p\,h\,r^2}{R} \quad \text{und} \quad Z_1 = \frac{p}{100}.(13{,}5\sqrt{a} - 28)\frac{2\,r^2\,h}{R} - \frac{Q}{1000}\,\Psi.$$

Nimmt man die Bruttobelastung einer Achse bei Personenzügen und gemischten Zügen zu 6000 kg und bei Güterzügen zu 7500 kg an, so entsprechen obigen Zahlen folgende Zugstärken auf der Horizontalen:

52—53 Achsen bei Personenzügen mit ungekuppelten Lokomotiven
68—69 „ „ Personenzügen mit gekuppelten Lokomotiven
91—92 „ „ gemischten Zügen
164 „ „ Güterzügen.

Der besseren Übersichtlichkeit wegen sind die gewonnenen Resultate nochmals in nachstehender Tabelle zusammengestellt.

Lokomotive.	Gewicht der Lokomotiven mit Tender kg	$\frac{1000}{x}$	v km	W kg	Z kg	Z_1 kg	a	Zugstärke Z_1 entsprechend Achsen.	$Z = \frac{2phr^2}{R}$
Ungekuppelte Schnellzugmaschine	50 000	∞	60	1092	3941	2192	68,28	52—53	$p = 9$ kg per qcm, $h = 52$ cm
		200	50	1100		—	68,67	—	$r = 20$ cm
		100	40	1150		—	71,76	—	$R = 95$ cm
Gekuppelte Schnellzugmaschine	60 000	∞	60	1431	5014	2831	69,99	68—69	$p = 10$ kg, $h = 54$ cm
		200	50	1440		—	70,50	—	$r = 21$ cm
		100	40	1500		—	73,02	—	$R = 95$ cm
Zweifach gekuppelte Maschinen für gemischten Dienst	58 000	∞	40	870	6818	2820	36,14	91—92	$p = 8,5$ kg, $h = 58$ cm
		200	35	1067		—	41,8	—	$r = 22$ cm
		100	30	1273		—	47,83	—	$R = 70$ cm
Dreifach gekuppelte Gütermaschine	65 000	∞	30	1040	10103	3869	32,15	164	$p = 8,5$ kg, $h = 65$ cm
		200	22,5	1254		4097	35,23	70	$r = 24$ cm
		100	15	1495		4331	40,19	46	$R = 63$ cm

Die gewonnenen Resultate sind unbrauchbar für Personenzüge, da man auf so hohe Cylinderfüllungen und starken Dampfverbrauch kommt, daſs diesen, bei den angenommenen Geschwindigkeiten, kein Lokomotivkessel mehr zu liefern vermag. Die berechneten Zugstärken fallen auſserdem für Personenzüge viel zu groſs aus.

Auch bei gemischten Zügen fällt sowohl die Füllung, als auch die Zugstärke noch reichlich groſs aus, dagegen sind für Güterzüge die gewonnenen Resultate gut zu gebrauchen.

Die berechneten Werte geben einen wertvollen Fingerzeig zur Bestimmung der Geschwindigkeiten, Zugstärken und Dimensionen von Güterzügen und Güterlokomotiven, zeigen aber auch zugleich, wie weit man sich bei Personenzügen von den günstigsten Arbeitsverkältnissen entfernt.

Bestimmen wir für unsere dreifach gekuppelte Güterlokomotive die auf den Zug übertragene Zugkraft bei den Geschwindigkeiten von v gleich $22\frac{1}{2}$ km und 15 km pro Stunde und den zugehörigen, aus Gleichung 2 berechneten Füllungsgraden von 35,23 und 40,19 Prozent des Kolbenhubes in Steigungen von $\frac{1}{200}$ und $\frac{1}{100}$, so erhalten wir die Werte 4097 und 4331 kg, welche Zugstärken von 70—71 und 46—47 Achsen entsprechen.

Die Zugstärken fallen in Wirklichkeit noch etwas stärker aus, da die zur Berechnung der Widerstände von Güterzügen benutzte Formel zu groſse Werte ergibt, wie wir weiter unten sehen werden.

Die Güterzuglokomotive beförderte nach unserer Rechnung 164 Achsen in der horizontalen, 70—71 Achsen in der Steigung von $\frac{1}{200}$ und 46—47 Achsen in der Steigung

von $\frac{1}{100}$. Da es nicht angeht, die Zugstärke der Steigungen entsprechend überall zu ändern, so wird man in der von $\frac{1}{200}$ eine noch geringere Zuggeschwindigkeit und eine noch stärkere Cylinderfüllung, als angenommen, anwenden, um eine Teilung des Zuges zu vermeiden, trotzdem dadurch das Verhältnis des Dampf- und Kohlenverbrauchs zur Menge der beförderten Güter ungünstiger wird.

Bei der Steigung von $\frac{1}{100}$ läfst sich die Anwendung einer Vorspannmaschine, um die Zugkraft zu vergröfsern, oder eine Teilung der Züge, um den Zugwiderstand zu verringern, nicht mehr umgehen.

Bei den Personenzugmaschinen wurde der berechnete vorteilhafteste Füllungsgrad der Cylinder und die demselben entsprechende Zugstärke so grofs, dafs sie aus praktischen Gründen keine Anwendung finden konnten. Um beide Zahlen zu verkleinern, ist der Wert von $\frac{W_1}{Z}$ in Gleichung 3 zu verringern. Der Widerstand W_1 wuchs mit dem Gewichte der Lokomotive, mit der Zahl der gekuppelten Achsen, mit der Geschwindigkeit des Zuges und der Steigung der Bahn.

Die Geschwindigkeit ist bei Personenzügen meist durch die Anschlüsse etc. und die Steigung der Bahn durch den Güterverkehr bedingt.

Wegen des kleineren Eigenwiderstandes W_1 verdient, unter der Voraussetzung eines gleichen Gewichtes Q der Lokomotiven, vom theoretischen Standpunkte aus, die ungekuppelte Personenlokomotive den Vorzug vor der gekuppelten.

Der Widerstand, welchen sie ihrer Bewegung entgegensetzt, ist um die Gröfse $\frac{Q}{1000}(8-6) = \frac{Q}{500}$ **kg** geringer als dort. Beträgt das Gewicht Q der Lokomotive z. B. 60000 **kg**, so wird diese Differenz der Widerstände gleich $\frac{60000}{500} = 120$ **kg**.

Wenn trotzdem in neuerer Zeit bei Bestellungen in der Regel gekuppelte Personenlokomotiven vorgeschrieben werden, so hat das seine guten praktischen Gründe.

Die Beförderung eines Personenzuges von 52—53 Achsen mit einer Geschwindigkeit von 60 **km** erforderte in der Horizontalen eine Zugkraft von 2192 **kg**; da nun die gröfste zulässige Belastung einer Achse 14000 **kg** beträgt, so würde der Reibungskoeffizient zwischen Schiene und Rad, der sogenannte Adhäsionskoeffizient, bei Anwendung nur einer Treibachse mindestens gleich $\frac{2192}{14000} = \frac{1}{6,35}$ sein müssen, wenn die Lokomotive im stande sein soll, den Zug im Beharrungszustande zu erhalten.

Wenngleich die Stärke von Zügen, welche mit grofsen Geschwindigkeiten fahren, in der Regel weit geringer ist, als 52—53 Achsen und damit die nötige Zugkraft fällt, so vergröfsert sich diese doch wieder in Steigungen und bei der Ingangbringung der Züge. Je stärker das adhärierende Gewicht der Lokomotive ist, desto rascher kann man durch Anwendung von starken Cylinderfüllungen den Zug in Gang bringen und, was noch wichtiger ist, ein um so wirksameres Mittel hat man bei Gefahr, durch Anwendung von Gegendampf den Zug rasch zum Stehen zu bringen.

Zur Beförderung von kurzen Schnellzügen reicht eine ungekuppelte Lokomotive in der Regel aus und zwar um so besser, je seltener angehalten wird; ihre Unterhaltungskosten und ihr Kohlenverbrauch sind dabei geringer, als bei gekuppelten Schnellzuglokomotiven, dafür ist die Sicherheit gegen Karambolagen bei letzteren gröfser, als bei diesen, da sie, wie oben angegeben, die Züge rascher zum Stehen bringen können.

Kommen wir auf unsere Aufgabe zurück, die Gröfse $\frac{W_1}{Z}$ der Gleichung 3 recht klein zu machen, so bleibt uns, nachdem die Zahl der gekuppelten Achsen festgestellt ist, nur übrig, entweder mit dem Gewichte Q der Lokomotive die Gröfse W zu verkleinern oder die Zugkraft Z zu vergröfsern oder beide Wege zugleich einzuschlagen.

Als Grenze nach unten für das Gewicht Q gilt, unter der Voraussetzung einer zweiachsigen gekuppelten Lokomotive, die Zahl, welche sich aus der nötigen Zugkraft, geteilt durch die Gröfse des Adhäsionskoeffizienten, ergibt. Diese Zahl fällt bei gekuppelten Personenlokomotiven meist so gering aus, dafs man nicht nötig hat zu untersuchen, ob sie nicht unterschritten sei; man wird meist im Gegenteile eine dritte sogenannte Laufachse anwenden müssen, um die zu starke Belastung der Treibachsen zu verringern.

Die Zugkraft $Z \left(Z = \frac{2\, p\, h\, r^2}{R}\right)$ der Gleichung 3 wächst mit dem Werte von $h\, r^2$, in gleichem Verhältnisse nimmt aber auch der Dampfverbrauch zu, der aufserdem noch im Verhältnisse von $\frac{v}{R}$ steigt.

Mit diesem Dampfverbrauche mufs aber die Gröfse der Heizfläche des Kessels, von welcher das Eigengewicht Q der Lokomotive abhängt, wachsen, es ist daher die Gröfse des Wertes $\frac{Q\, R}{2\, p\, h\, r^2}$ oder $\frac{Q}{Z}$ für ein bestimmtes p konstant.

Da der Dampfdruck p rascher wächst, als mit seiner Dichtigkeit der Wasserverbrauch und mit diesem die nötige Verdampfungsfläche und das Gewicht des Kessels, so ist durch Vergröfserung des Druckes p ein Mittel gegeben, den Koeffizienten $\frac{Q}{Z}$ zu verringern.

Der Gang unserer Rechnung zeigte, dafs bei Personenlokomotiven diese Verringerung vorzugsweise nötig wird, es ist daher bei diesen die Anwendung eines starken Dampfdruckes in noch höherem Mafse zu empfehlen, als bei Güterlokomotiven.

Während in früheren Zeiten der Dampfüberdruck nur 5—6 Atmosphären betrug, konstruiert man neuerdings wohl nur noch selten Lokomotiven mit weniger als 8 **kg** Überdruck und steigert ihn häufig auf 10 und auf 12 **kg** pro qcm.[5]) Trotzdem die oben angenommenen Dimensionen der Personenlokomotiven eine gröfsere Zugkraft ergeben, als in der Regel erforderlich ist, bleibt man doch nicht gern weit unter denselben, weil die überschüssige Zugkraft ein rasches Anfahren und, bei Gegendampf, ein rasches Anhalten der Züge erlaubt. Auf horizontal liegenden Stellen der Bahn oder in schwachen Gefällen fährt man meist mit 25% Cylinderfüllung und öffnet den Regulator nur wenig, arbeitetet also schon in der Admissionsperiode mit expandiertem Dampfe.

Die einfach gekuppelten leichten Lokomotiven für gemischte Züge bilden ein Mittelglied zwischen Personenlokomotiven und Lokomotiven für schwere Güterzüge. Aufser zur Beförderung von gemischten und schwachen Güterzügen auf Bahnen zweiten Ranges finden sie auf Hauptbahnen eine passende Verwendung für leichte Eilgutszüge und, bei schlechtem Wetter, als Vorspannmaschinen für schwere Güterzüge.

Wir gehen auf die vorteilhaftesten Konstruktionsbedingungen dieser Lokomotiven nicht weiter ein, weil dieselben sich entweder aus den letzten Betrachtungen, wenn sie rasch fahrende Züge befördern sollen, ergeben oder den Bedingungen der Güterlokomotiven folgen, über welche in späteren Kapiteln ausführlicher gesprochen werden wird.

Für die Bestimmung der Steigungsverhältnisse einer Bahn pflegt in erster Reihe der Güterverkehr mafsgebend zu sein. Die Einnahmen aus dem Güterverkehre, verglichen mit denen aus dem Personenverkehre, wachsen im allgemeinen von Jahr zu Jahr.

---

[5]) Aufser einer verstärkten Abnutzung der Schieber, welcher man neuerdings durch Ausfütterung des Spiegels mit Komposition mit günstigem Erfolge entgegengetreten ist, und in einem Mehrverbrauche an Packungsmaterial hat die Anwendung dieses hohen Dampfdruckes keine erheblichen Übelstände im Gefolge gehabt.

Bei Anwendung noch stärkeren Dampfdruckes werden voraussichtlich neue Konstruktionen von entlasteten Schiebern entstehen.



Während im Jahre 1844 die Einnahmen aus dem Personenverkehre 65% der Gesamteinnahme der Bahnen in Preufsen bildete, ist diselbe aus dem Güterverkehre im Jahre 1873 auf 67,2 Prozent gestiegen.

§ 3. Bestimmung der vorteilhaftesten Geschwindigkeit für Güterzüge.

Der Personenverkehr einer Bahn steigt, besonders wenn sie mit Nachbarbahnen zu konkurrieren hat, im allgemeinen mit der Raschheit und Regelmäfsigkeit der Beförderung.

Die Stärke des Güterverkehrs ist, wenn wir Eilgüter ausnehmen, von der Geschwindigkeit der Züge unabhängig. Wir dürfen diese Geschwindigkeit, vorausgesetzt, dafs die Zahl der Züge, welche gleichzeitig die Bahn passieren, nicht so grofs werde, dafs man mit den Kreuzungen und Überholungen in Verlegenheit kommt oder, dafs die Anlegung eines dritten Gleises notwendig wird, demnach so einrichten, dafs die Ausgabe, welche der Güterverkehr verursacht, ein Minimum wird.

Die Ansichten über die zweckmäfsigste Geschwindigkeit der Güterzüge weichen sehr von einander ab, wie schon daraus erhellt, dafs unter sonst ziemlich gleichen Verkehrsverhältnissen auf Nachbarbahnen oft sehr abweichende Vorschriften über dieselben bestehen.

Wenn wir die Faktoren, aus welchen sich die Ausgaben für die Zugbeförderung zusammensetzen, betrachten, so sehen wir, dafs ein Teil derselben fast oder ganz unabhängig von der Geschwindigkeit der Züge ist.

Hierher gehören

I. die Kosten der allgemeinen Verwaltung, die Besoldung der Stations- und Streckenbeamten, so lange nicht der Fall eintritt, dafs durch Verringerung der Zuggeschwindigkeit die Einführung von Nachtdienst, also doppeltes Beamtenpersonal, nötig wird;

II. die Kosten für Unterhaltung des Bahnunterbaues, der Stationsgebäude etc. und gröfstenteils endlich die Verzinsung des Bahnanlagekapitals.

Ein anderer Teil der Kosten wächst mit der Zuggeschwindigkeit, während ein dritter mit derselben abnimmt.

Mit der Geschwindigkeit der Züge steigt die aufzuwendende Zugkraft, also auch die Ausgabe für die Unterhaltung der Lokomotiven und des Bahnoberbaues.

Die Ausgaben für Verzinsung und Amortisation der Anschaffungskosten der Wagen und Lokomotiven, sowie für Besoldung des Zugpersonals nehmen dagegen mit der Geschwindigkeit der Züge ab, da rasch fahrende Züge einer kürzeren Zeit, also auch einer kleineren Zahl von Lokomotiven und Wagen bedürfen, um dasselbe Güterquantum fortzuschaffen, als solche, welche langsam fahren.

Da die Preise für Kohlen, Lokomotiven, Wagen und Bahnoberbau, ferner Arbeitslohn und Gehaltssätze nicht überall und zu jeder Zeit gleich sind, so wird auch nicht die vorteilhafteste Geschwindigkeit, also die, bei welcher die Summe dieser Ausgaben ein Minimum wird, überall und zu jeder Zeit dieselbe sein.

Nachstehend soll versucht werden, die Abhängigkeit der Geschwindigkeit eines Güterzugs von obigen Faktoren durch eine Formel auszudrücken, während die Richtigkeit derselben gleichzeitig an einem Zahlenbeispiele, welchem Betriebsverhältnisse, wie sie auf frequenten Strafsen vorkommen, zu Grunde gelegt sind, erprobt werden soll.

Indem wir uns vorbehalten, weiter unten auf die Motivierung der nachstehenden Formel eingehender zurückzukommen, setzen wir den Widerstand W, welchen ein lang-

sam fahrender Zug (ohne Lokomotiven und Tender) vom Gewichte P seiner Eigenbewegung in einer Steigung von $\frac{1}{x}$ entgegengesetzt,

$$W = \frac{P}{1000}\left(1 + 0{,}04\,v + \frac{1000}{x}\right) \qquad 1.$$

In dieser Formel, welche aus Versuchen bestimmt ist, die in umfassender Weise in den Jahren 1867 und 1869 auf der Köln-Mindener Bahn angestellt wurden, ist P und W in Kilogrammen und die Zugeschwindigkeit v in Kilometern pro Stunde ausgedrückt.

Nach Versuchen von **Welkner** beträgt der Eigenwiderstand W^1, welchen eine Lokomotive vom Gewichte Q mit drei gekuppelten Achsen (inkl. Treibachse) ihrer eigenen Bewegung entgegengesetzt,

$$W^1 = \frac{Q}{1000}\left(12 + 0{,}0044\,v^2 + \frac{1000}{x}\right)^{4)} \qquad 2.$$

Die im ganzen aufzuwendende Zugkraft Z[5]) der Lokomotive beträgt also in Kilogrammen

$$Z = W + W^1 = \frac{P}{1000}\left(1 + 0{,}04\,v + \frac{1000}{x}\right) + \frac{Q}{1000}\left(12 + 0{,}0044\,v^2 + \frac{1000}{x}\right) \qquad 3.$$

Die Gröfse Z wächst mit der Gröfse v, also mit der Geschwindigkeit des Zuges.

§ 4. Nachweisung der Abhängigkeit des Brennmaterial- und Wasserverbrauchs von der Geschwindigkeit der Züge.

Bezeichnen wir bei einer Lokomotive den Kolbenhub mit h, den Cylinderhalbmesser mit r, den Dampfüberdruck in Atmosphären im Kessel mit p, das Gewicht eines Kubikmeters Dampf von der Kesselspannung mit V und den zur Erreichung der Zugkraft Z nötigen Füllungsgrad der Cylinder, in Prozenten des Kolbenhubes ausgedrückt, mit a, so ist die zu jeder Treibradumdrehung nötige Dampfmenge von der Kesselspannung gleich

$$\frac{4\,a\,h\,r^2\pi}{100} \text{ Kubikmeter, welche } \frac{4\,a\,h\,r^2\pi\,V}{100} \text{ Kilogramm}$$

wiegt[6]), wenn h und r in Metern ausgedrückt sind.

Beträgt die ganze Länge der auf der Hin- und Rückfahrt zu durchfahrenden Strecke L Kilometer, so erfordert das Durchfahren derselben $\frac{100\,L}{2\,R\,\pi}$ Treibradumdrehungen, also $\frac{1000\,L\,4\,a\,h\,r^2\pi\,V}{100\,2\,R\,\pi} = \frac{20\,a\,h\,r^2\,V\,L}{R}$ kg Dampf und $\frac{20\,a\,h\,r^2\,V\,L}{n\,R}$ kg Kohlen,

wenn man n kg Wasser im Kessel durch 1 kg Kohlen verdampft.

Kosten 100 kg Kohlen und die Beschaffung von 100 n kg Wasser m Mark, so beträgt der Kostenaufwand für Kohlen und Wasser für unseren Zug pro Kilometer

$$\frac{G}{L} = \frac{0{,}2\,m\,a\,h\,r^2\,V}{n\,R} \text{ Mark}, \qquad 4.$$

wenn G denselben für die ganze Strecke bedeutet.

In diesem Ausdrucke ist noch der Füllungsgrad der Cylinder näher zu bestimmen, wenn derselbe zur Berechnung von $\frac{G}{L}$ tauglich werden soll.

---

4) Näheres über diesen Widerstand findet man im Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, neue Folge, XII. Band, Heft 2, 3 und 4, 1875 in einem Aufsatze: „Über Leistungsfähigkeit der Güterlokomotiven in Steigungen; Beitrag zu dem Kapitel: „Tracierung der Eisenbahnen“. Für Lokomotiven mit nur zwei gekuppelten Achsen geht die Zahl 12 in 8 über und in 6, wenn die Lokomotive keine gekuppelte Achse besitzt.

5) Der Ausdruck Zugkraft ist eigentlich nicht ganz zutreffend, da in Z auch die zur Überwindung des Widerstandes des Mechanismus der Lokomotive nötige Kraft steckt.

6) Es ist bei dieser Rechnung auf den schädlichen Raum in den Dampfcylindern keine Rücksicht genommen.

Die zur Bewegung eines Zuges nötige Zugkraft Z beträgt nach Gleichung 3:

$$Z = \frac{P}{1000}\left(1 + 0{,}04\,v + \frac{1000}{x}\right) + \frac{Q}{1000}\left(12 + 0{,}0044\,v^2 + \frac{1000}{x}\right).$$

Nach Versuchen von Clark[7]) ist der nutzbare mittlere Dampfdruck p_1 im Cylinder

$$p_1 = \frac{p}{100}\,(13{,}5\,\sqrt{a} - 28)\,, \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad 5.$$

wo wieder p und a die frühere Bedeutung haben.

Unter Zuhülfenahme dieser Formel berechnet sich Z für unsere Lokomotive zu

$$Z = \frac{p_1 r^2 \pi\, 4h}{2R\pi} = \frac{p}{100}\,(13{,}5\,\sqrt{a} - 28)\,\frac{2r^2 h}{R}$$

$$= \frac{P}{1000}\left(1 + 0{,}04\,v + \frac{1000}{x}\right) + \frac{Q}{100}\left(12 + 0{,}0044\,v^2 + \frac{1000}{x}\right),$$

aus welcher Gleichung sich die Gröfse von a zu:

$$a = \left\{\frac{P\left(0{,}1 + \frac{100}{x}\right) + Q\left(1{,}2 + \frac{100}{x}\right) + 28\,Z^1 + P\,0{,}04\,v + Q\,.\,0{,}0004\,v^2}{13{,}5\,.\,Z^1}\right\}^2$$

ergibt, wobei wir für $\frac{2r^2 h p_1}{R}$ die Bezeichnung Z^1 einführten.

Setzen wir jetzt noch zur Abkürzung

$$\frac{0{,}1\,P + 1{,}2\,Q + 28\,Z^1 + \frac{100}{x}\,(P + Q)}{13{,}5\,Z^1} = A, \quad \frac{P\,0{,}004}{13{,}5\,Z^1} = B \quad \text{und} \quad \frac{Q\,0{,}00044}{13{,}5\,Z^1} = C,$$

so wird

$$a = (A + Bv + Cv^2)^2 \,. \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad 6.$$

Die Gleichung 4 nimmt daher die Form

$$\frac{G}{L} = \frac{0{,}2\,m\,h\,r^2\,V}{n\,R}\,(A + B\,v + C\,v^2)^2 \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad 7.$$

an, welche zur Bestimmung der Ausgaben für Wasser und Kohlen bei verschiedenen Zuggeschwindigkeiten und in verschiedenen Steigungen benutzt werden kann.

Beispiel: Beträgt in einem bestimmten Falle die Stärke eines Zuges (ohne Lokomotive und Tender) 144 Achsen mit einem Gewichte von 1000000 kg, wiegt die dreifach gekuppelte Lokomotive mit dem Tender zusammen 65000 kg und ist der Dampfüberdruck im Kessel gleich $8^1/_2$ Atmosphären und $x = 600$, so wird

$$Z^1 = \frac{2r^2 h}{R}\;85000\ \text{kg} = \frac{2\,.\,0{,}24^2\,.\,0{,}65\,.\,85000}{0{,}63} = 10103\ \text{kg},$$

wenn der Cylinderhalbmesser $r = 0{,}24$ m
der Kolbenhub $h = 0{,}65$ „ und
der Treibhalbmesser $R = 0{,}63$ „ ist.

Die Werte von A, B und C berechnen sich aus den aufgestellten Formeln für unsere Lokomotive zu

$$A = \frac{0{,}1\,.\,1000000 + 1{,}2\,.\,65000 + 28\,.\,10103 + \frac{100}{600}\,(1065000)}{13{,}5\,.\,10103} = 4{,}69,$$

$$B = \frac{0{,}004\,.\,1000000}{13{,}5\,.\,10103} = 0{,}022 \quad \text{und} \quad C = \frac{0{,}00044\,.\,65000}{13{,}5\,.\,10103} = 0{,}0002.$$

Durch Einschaltung dieser Zahlen in die Gleichung 6 wird

$$a = (4{,}69 + 0{,}022\,v + 0{,}0002\,v^2)^2.$$

Hätten wir, ohne sonst was zu ändern, an Stelle der dreifach gekuppelten Lokomotive eine solche mit nur einer Kuppelachse (also eine zweifach gekuppelte Lokomotive) unserer Rechnung zu Grunde gelegt, so wäre Gleichung 3 in

$$Z = \frac{P}{1000}\left(1 + 0{,}04\,v + \frac{1000}{x}\right) + \frac{Q}{1000}\left(8 + 0{,}0044\,v^2 + \frac{1000}{x}\right) \quad \text{übergegangen.}$$

---

[7]) Wir werden weiter unten noch näher auf diese Formel zurückkommen.

Unter Zugrundelegung dieser letzten Formel für Z wird

$$a = \left\{ \frac{P\left(0{,}1 + \frac{100}{x}\right) + Q\left(0{,}8 + \frac{100}{x}\right) + 28 . Z^1 + P\,0{,}001\,v + Q\,0{,}0044\,v^2}{13{,}5 . Z^1} \right\}^2$$

und

$$A = \frac{0{,}1 . 1000000 + 0{,}8 . 65000 + 28 . 10103 + \frac{100}{600} . 1065000}{13{,}5 . 10103} = 4{,}48$$

$$B = 0{,}022,\ \ C = 0{,}0002 \ \text{ und } \ a = (4{,}48 + 0{,}022\,v + 0{,}0002 . v^2)^2 .$$

Die Vergleichung der beiden für v, also für die nötige Cylinderfüllung berechneten Werte zeigt, was übrigens auch ohne besondere Rechnung klar war, dafs mit der Zahl der gekuppelten Achsen einer Lokomotive der Dampfverbrauch derselben steigt.

Berechnen wir für verschiedene Geschwindigkeiten v die Werte von a, so wird für

$v =$	10	15	20	25	30	35	40	45	50 km pro Stunde
$a =$	24,30	25,65	27,14	28,78	30,58	32,55	34,69	37,02	39,56 Admission
	22,28	23,57	25,00	26,57	28,30	30,20	32,26	34,51	36,97 in °/₀ des Kolbenhubes
	2,02	2,08	2,14	2,21	2,28	2,35	2,43	2,51	2,59 Differenz beider Füllungen,

wobei die oberen Zahlen für die dreifach gekuppelte und die unteren für die zweifach gekuppelte Lokomotive gelten und die Differenzen beider den Mehrverbrauch an Dampf der ersteren gegenüber der letzteren bezeichnet.

Um die Kosten für Kohlen und Wasser aus der Gleichung 7 berechnen zu können, ist es noch nötig, unter den gegebenen Bedingungen die Gröfse des Gliedes

$$\frac{0{,}2 . m . h . r^2\,V}{n\,R} \quad \text{der Gleichung 7 zu bestimmen.}$$

Unter Berücksichtigung des mechanisch mit dem Dampfe übergerissenen Wassers nehmen wir den Verbrauch an Wasser acht mal so grofs, wie den an Kohlen, die Zahl n also gleich 8 an.

Ist der Preis von 100 kg Kohlen mit der Förderung von 800 kg Wasser gleich 2 M., so würde obiger Ausdruck für unsere Lokomotive gleich

$$\frac{0{,}2 . 2 . 0{,}65 . 0{,}24^2\,5{,}0226}{0{,}63 . 8}$$

werden, da $V = 5{,}0226$ kg für einen Kubikmeter Dampf von 8,5 Atmosphären Überdruck sein würde, wenn dieser Dampf nicht mechanisch übergerissenes Wasser enthielte.

Sind dem Dampfe, was für Güterlokomotiven ziemlich gut stimmt, circa 20°/₀ Wasser beigemischt, so dürfen wir das Gewicht eines Kubikmeters mit Wasser vermengten Dampfes zu 6 kg annehmen und erhalten durch Einsetzung dieser Zahl in obigen Ausdruck die Ausgabe für Brennmaterial und Wasser gleich

$$\frac{0{,}2 . 2 . 0{,}65 . 0{,}24^2 . 6}{0{,}63 . 8}\,a = 0{,}018\,a .$$

Die Kosten für Kohlen und Wasser berechnen sich daher für unseren Zug, wenn wir die den verschiedenen Geschwindigkeiten entsprechenden Werte von a einführen für

$v =$	10	15	20	25	30	35	40	45	50 km pro Stunde zu
$\frac{G}{L} =$	0,4374	0,4617	0,4885	0,5180	0,5504	0,5859	0,6244	0,6664	0,7121 Mark pro km
	0,4010	0,4243	0,4500	0,4783	0,5094	0,5436	0,5807	0,6212	0,6655 Mark pro km
	0,0364	0,0374	0,0385	0,0397	0,0410	0,0423	0,0437	0,0452	0,0466 Differenz,

wobei die oberen Zahlen für dreifach gekuppelte, die unteren für zweifach gekuppelte Lokomotiven gelten.

Um das Wachsen der Kosten mit den Geschwindigkeiten anschaulicher zu machen, ist das Verhältnis beider auf Taf. IX in Fig. 1 graphisch dargestellt.

Greift man auf der Abscissenachse die Geschwindigkeit des Zuges in Kilometern pro Stunde ab, so gibt die zugehörige Ordinate die Kosten für Kohlen und Wasser der dreifach gekuppelten Lokomotive in Mark pro Kilometer an.

§ 5. Abhängigkeit der Besoldung des Zugpersonals von der Geschwindigkeit der Züge.

Bei einer Geschwindigkeit des Zuges von v Kilometern pro Stunde ist die zum Durchfahren der ganzen Bahnstrecke L nötige Zeit gleich $\frac{L}{v}$ Stunden.

Fügen wir diesem Werte noch eine konstante Zahl C zu, welche die Aufenthaltszeit auf den einzelnen Stationen repräsentieren möge, so wird dieselbe $\frac{L}{v} + C$ oder gleich $L\left(\frac{1}{v} + c\right)$, wenn wir $C = cL$ setzen und die Ausgabe für die Besoldung des Fahrpersonals gleich

$$\frac{G_1}{L} = M\left(\frac{1}{v} + c\right) \text{ Mark pro km}, \quad \ldots \ldots \ldots \quad 8.$$

wenn G_1 die Besoldung für die ganze Strecke L bezeichnet und M ein für jeden Fall besonders zu ermittelnder Koeffizient ist.

Beispiel. Für unseren Zug von 144 Achsen Stärke sind nötig: Ein Zugführer, ein Packmeister und 6 Bremspersonale, welche bei zwölfstündiger Dienstzeit $\frac{10000}{12.365} = 2{,}2831$ M. kosten. Beträgt dazu die Besoldung für Führer und Heizer pro Jahr 2000 M.[8]) und die durchschnittliche tägliche Dienstzeit 10 Stunden, so kostet die Stunde Dienstzeit für diese

$$\frac{2000}{365 \,.\, 10} = 0{,}5479 \text{ Mark.}$$

Die Gesamtkosten des Zugpersonals betragen demnach $2{,}2831 + 0{,}5479 = 2{,}831$ M. pro Stunde oder pro Kilometer

$$\frac{G_1}{L} = 2{,}831\left(\frac{1}{v} + \frac{1}{60}\right) \text{ Mark,}$$

wobei wir den Aufenthalt C auf den Stationen für jeden Kilometer Bahnlänge zu $^1/_{60}$ Stunde annahmen.

Setzen wir für v verschiedene Zahlen in diese Gleichung ein, so erhalten wir den Wert von $\frac{G_1}{L}$ für

$v =$	10	15	20	25	30	35	40	45	50 km pro Stunde zu
$\frac{G_1}{L} =$	0,2664	0,1903	0,1522	0,1294	0,1142	0,1033	0,0951	0,0888	0,0837 Mark.

Die Zahlen zeigen ein rasches Abnehmen der Ausgaben für Besoldung mit dem Wachsen der Geschwindigkeit der Züge.

Die Kurve der Gleichung 8 ist auf anliegender Zeichnung unter 2 so aufgetragen, dafs die Ordinaten nicht von der x-Achse, sondern von der Kurve 1 ab abgetragen sind.

In Beziehung auf die x-Achse stellt die Fig. 2 also die Gleichung

$$\frac{G + G_1}{L} = \frac{0{,}2\, m \,.\, h \,.\, r^2 V}{n R}(A + Bv + Cv^2)^2 + M\left(\frac{1}{v} + c\right)$$

graphisch dar.

Die Kurve zeigt, dafs die Summe der Ausgaben für Beschickung der Lokomotive und Besoldung des Zugpersonals abnimmt, bis die Geschwindigkeit des Zuges circa 20 km beträgt, dafs sie dort nahezu konstant bleibt und bei gröfseren Geschwindigkeiten wieder zunimmt.

---

[8]) Bei der Ausgabe für Besoldung sind die Meilengelder und solche Posten, welche von der Länge der Strecke und nicht von der Dauer des Dienstes abhängen, unberücksichtigt geblieben, weil sie auf die Bestimmung der vorteilhaftesten Geschwindigkeit des Zuges ohne Einflufs sind.

§ 6. Abhängigkeit der Ausgabe für Verzinsung und Amortisation der Anschaffungskosten, sowie für Reparatur der Wagen von der Geschwindigkeit der Züge.

Der zur Deckung der Zinsen und Amortisation der Anschaffungskosten der Wagen nötige Geldaufwand wächst mit dem Preise und der Zahl der Wagen.

Die Zahl der Wagen nimmt ab, wenn die Geschwindigkeit der Züge wächst, da rasch fahrende Wagen in derselben Zeit die Bahnstrecke öfter durchlaufen, also in gleicher Zeit mehr Güter befördern, als langsam fahrende.

Die Zeit, welcher jeder Wagen zum Durchfahren der ganzen Bahnstrecke hin und zurück (L) gebraucht, haben wir oben zu $L\left(\frac{1}{v}+c\right)$ Stunden gefunden.

Besteht ein Zug aus N Achsen, so sind, um denselben täglich einmal zum Durchlaufen der Strecke L von der Anfangsstation abzulassen, durchschnittlich mehr als N Achsen unterwegs, wenn

$L\left(\frac{1}{v}+c\right) > 24$ und weniger als N Achsen, wenn $L\left(\frac{1}{v}+c\right) < 24$ ist.[9])

Die Zahl der vorrätig zu haltenden Achsen beträgt also, wenn täglich ein Zug von N Achsen abgelassen werden soll

$$\frac{L\left(\frac{1}{v}+c\right)N}{24} \text{ und vergröfsert sich diese Zahl auf } \frac{\frac{3}{2}L\left(\frac{1}{v}+c\right)N}{24} = \frac{L\left(\frac{1}{v}+c\right)N}{16}$$

wenn wir annehmen, dafs der dritte Teil aller in Zügen kursierenden Wagen auf den Zwischenstationen rangiert wird.[10]) Beträgt die Ausgabe für Amortisation und Verzinsung der Anschaffungskosten pro Achse und Jahr D Mark, so wird sie pro Tag

$$\frac{D}{365} \text{ und für den ganzen Zug gleich } \frac{D}{365}\cdot\frac{L\left(\frac{1}{v}+c\right)N}{16} = G_2$$

und pro Kilometer gleich

$$\frac{G_2}{L} = \frac{D\left(\frac{1}{v}+c\right)N}{16\,.\,365} \text{ Mark} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 9.$$

Wir nehmen den Widerstand, welchen die Wagen ihrer Bewegung entgegensetzen, für den verhältnismäfsig langsam fahrenden Güterzug, mit dem wir es hier zu thun haben, wieder, wie in Formel 1, zu $\frac{P}{1000}\left(1+0{,}04\,v+\frac{1000}{x}\right)$ an.

Sehen wir von dem Gliede $\frac{P}{x}$ ab, welches durch die Steigung der Bahn bedingt wird, so ist dieser Widerstand proportional dem Gewichte P des Zuges oder der Zahl N der Achsen[11]) und einem Koeffizienten, welcher aus einer Konstanten und einer von der Geschwindigkeit des Zuges abhängigen Variablen $0{,}04\,v$ zusammengesetzt ist.

Vernachlässigen wir den Einflufs des Luftwiderstandes, was bei den langsam fahrenden Güterzügen, mit welchen wir es hier zu thun haben, wohl geschehen darf, so wird der Koeffizient $1+0{,}04\,v$ durch die rollende und teilweis gleitende Reibung, die Reibung der Achsschenkel in den Lagern, durch die Schienenstöfse etc. bedingt.

---

[9]) Es ist bei dieser Rechnung angenommen, dafs Tag und Nacht gleichviel Züge fahren; ist das nicht der Fall, so ist hier und in der weiteren Rechnung, der kürzeren Dienstzeit entsprechend, die Zahl 24 zu verkleinern.

[10]) Die Zeit, während welcher die Wagen nicht in Zügen laufen, sich also in Reparatur befinden, in Reserve stehen und ent- oder beladen werden, ist weit gröfser als die, welche die eigentliche Fahrt und der Aufenthalt auf den Stationen erfordert. Da jene Zeit aber als nahezu konstant und unabhängig von der Zuggeschwindigkeit anzusehen ist, so dürfte die bei unserer Rechnung gemachte Annahme als zulässig erscheinen.

[11]) Um nicht zu komplizierte Formeln zu erhalten, ist eine gleiche Belastung aller Wagenachsen des Zuges angenommen.

Die Gröfse aller dieser Widerstände ist teils abhängig, teils unabhängig von der Geschwindigkeit der Züge, alle aber wirken zerstörend auf das Material der Wagen ein und vergröfsern deren Unterhaltungskosten.

Rechnen wir von den Reparaturkosten der Wagen die durch den Einflufs der Witterung, sowie durch Beschädigungen beim Rangieren und Unfällen veranlafsten Ausgaben ab, so bleibt ein Rest übrig, welcher für den ganzen täglichen Zug von N Achsen G_3 oder pro Kilometer $\frac{G_3}{L}$ Mark betragen möge.[12])

Unter der Annahme, dafs die durch die verschiedenen Reibungen veranlafsten Reparaturkosten diesen Reibungswiderständen proportional sind, wird

$$\frac{G_3}{L} = E(1 + 0{,}04\,v)\,N \text{ Mark}, \qquad \ldots \qquad 10.$$

wobei E einen noch näher zu bestimmenden Koeffizienten bezeichnet.

Die ganzen durch die Unterhaltung der Wagen veranlafsten Kosten setzen sich demnach unter den gemachten Beschränkungen aus den Gleichungen 9 und 10 zu

$$\frac{G_2 + G_3}{L} = \frac{D\left(\frac{1}{v} + c\right)N}{365\,.\,16} + E(1 + 0{,}04\,v)\,N \qquad \ldots \qquad 11.$$

zusammen.

Beispiel. Fahren die Züge einer Bahn mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 30 km pro Stunde, und beträgt die Höhe der Reparaturkosten pro Achskilometer 0,004 M., so dürfen wir setzen

$$0{,}004 \text{ M.} = E(1 + 0{,}04\,.\,30) = E\,2{,}2 \quad \text{und} \quad E = 0{,}00182.$$

Die Ausgaben für die Reparatur unseres Zuges von 144 Achsen betragen demnach

$$0{,}00182\,(1 + 0{,}04\,v)\,144 \quad \text{oder} \quad (0{,}00182 + 0{,}0000728\,v)\,144 \text{ M.}$$

pro Kilometer Bahnlänge.

Stellen sich die Amortisationskosten und die Zinsen der Anschaffungskosten der Wagen pro Achse zu 100 M. pro Jahr, ist D demnach $= 100$, so geht die Gleich. 11

[12]) Um die allein aus Einflüssen der Witterung erwachsenden Reparaturkosten der Wagen, welche also unabhängig von der durchfahrenen Wegelänge sind, zu erkennen, kann man folgenden Weg einschlagen.

Bezeichnet W die bei einer bestimmten Wagengattung pro Jahr und Achse für Reparatur auszugebende Summe in Mark, l die durchfahrene Wegelänge und v die durchschnittliche Zuggeschwindigkeit in Kilometern pro Stunde und m die konstante Jahresausgabe, welche unabhängig von der durchfahrenen Wegelänge ist, so darf allgemein gesetzt werden: $W = m + n\,(a + b\,v)\,P\,.\,l,$

wenn noch P die durchschnittliche Belastung der Achse bedeutet.

Hat eine Wagengattung in zwei verschiedenen Jahren durchschnittlich l und l^1 Kilometer unter gleichen Bedingungen durchlaufen und W und W^1 Mark pro Achse an Reparatur gekostet, so ist

$$W = m + n\,(a + b\,v)\,P\,.\,l \qquad W^1 = m + n\,(a + b\,v)\,P\,l^1$$

und daher

$$m = \frac{W\,.\,l^1 - W^1\,.\,l}{l^1 - l}.$$

Im Jahre 1875 haben die vorhandenen 3502 zweiachsigen bedeckten Güterwagen der Köln-Mindener Bahn, im Ganzen also 7004 Achsen, zusammen 89 995 042 Achskilometer durchfahren und 306 009 Mark an Reparatur gekostet, während für die im Jahre 1876 vorhandenen 3487 gleichen Wagen die durchlaufene Wegelänge auf 107 299 432 km und die Ausgabe für Reparatur auf 332 456 M. stieg. Diese Zahlen ergeben pro 1875 W zu 43,69 M. und l zu 12 849 km und pro 1876 W^1 zu 47,67 M. und l^1 zu 15 386 km, also m zu

$$m = \frac{43{,}69\,.\,15386 - 47{,}67\,.\,12849}{15386 - 12849} \quad \text{oder} \quad m = 23{,}91 \text{ M.}$$

Die von der durchfahrenen Wegestrecke unabhängige Ausgabe hat sich also bei dieser Wagengattung pro Jahr und Achse auf nicht ganz 24 M. gestellt.

Näheres über diesen Gegenstand bringt das Werk des Verfassers dieses: „Das Eisenbahn-Maschinenwesen". Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

für unsern Fall in

$$\frac{G_2+G_3}{L} = \frac{100\left(\frac{1}{v}+\frac{1}{60}\right)144}{365.16} + (0{,}00182 + 0{,}0000728\,v)\ 144 \text{ M. über.}$$

Die Gleichung ergibt

wenn $v = 10$	15	20	25	30	35	40	45	50 km pro Stunde
für $\frac{G_2+G_3}{L} = 0{,}6544$	0,6246	0,6358	0,6635	0,6994	0,7400	0,7836	0,8299	0,8759 Mark pro km.

Die Ausgabe für die Unterhaltung der Wagen wird demnach für unseren Fall ein Minimum für eine Zuggeschwindigkeit, welche zwischen 15 und 20 Kilometern pro Stunde liegt. Die Linie der Kurve 11 ist auf anliegender Tafel in Fig. 3 wieder so gezeichnet, dafs die Ordinaten von der Kurve 2 ab aufgetragen sind.

§ 7. Abhängigkeit der Ausgabe für Verzinsung und Amortisation der Anschaffungskosten, sowie für Reparatur der Lokomotiven von der Geschwindigkeit der Züge.

Thut eine Lokomotive durchschnittlich täglich 10 Stunden Dienst, so gebraucht man zu jedem Zuge

$$\frac{L\left(\frac{1}{v}+c\right)}{10}$$ Lokomotiven. Diese Zahl erhöht sich auf $\frac{L\left(\frac{1}{v}+c\right)}{8}$

wenn man 20% der vorhandenen Lokomotiven als in Reparatur stehend annimmt.

Betragen die Kosten für Verzinsung und Amortisation der Anschaffungskosten für jede Lokomotive F Mark pro Jahr, so ist die Ausgabe G_4 pro Tag gleich

$$G_4 = \frac{L\left(\frac{1}{v}+c\right)F}{8.365} \text{ und pro Kilometer } \frac{G_4}{L} = \frac{F\left(\frac{1}{v}+c\right)}{8.365} \quad \dots\dots \quad 12.$$

Die Reparaturkosten der Lokomotive wachsen mit den Leistungen, und können diese entweder durch die entwickelte Zugkraft oder durch die verdampfte Wassermenge ausgedrückt werden.

Die Zugkraft einer Lokomotive nimmt langsamer zu, als der Füllungsgrad der Cylinder steigt, es wachsen daher auch die durch den Druck der Kreuzköpfe gegen die Schlitten und die Zapfenreibungen etc. erzeugten Abnutzungen und bedingten Reparaturkosten nicht so rasch, wie der Dampf- und Kohlenverbrauch.

Die Zerstörung und Abnutzung der Roste, der Siederohre, der Feuerkiste, der Rauchkammer dagegen steigen mit dem Verbrauche an Brennmaterial, ja sie werden noch etwas rascher zunehmen, als dieser, wenn von der Lokomotive stärkere, als die durchschnittlichen Leistungen verlangt werden.

Im ganzen wird man daher wenig fehlgehen, wenn man im Mittel die Gröfse aller Reparaturkosten einer Lokomotive dem in ihr verbrauchten Brennmateriale, also auch dem Dampfverbrauche oder den Cylinderfüllungen proportional annimmt.[13])

Betragen nun die Reparaturkosten einer Lokomotive, welche mit einem durchschnittlichen Füllungsgrade von 30% arbeitet, H Mark pro Kilometer, so fällt diese Ausgabe bei einer Cylinderfüllung von a% des Kolbenhubs auf

$$\frac{G_5}{L} = \frac{aH}{30} \quad \dots\dots\dots\dots \quad 13.$$

[13]) Um festzustellen, ob bei Maschinen derselben Gattung die Reparaturkosten wirklich dem Kohlenverbrauche proportional wachsen, sind nach Tabelle XVII des Jahresberichtes der Köln-Mindener Bahn pro 1875 die Leistungen und Reparaturkosten der Güterzuglokomotiven mit drei gekuppelten Achsen mit den durchfahrenen Wegelängen und dem Kohlenverbrauche verglichen. — Die erste Position der nachstehenden Tabelle gibt die Durchschnittszahlen für alle diese Lokomotiven an. Die zweite Position enthält die Zahlen für die Lokomotiven, bei

Die Gesamtausgabe für Verzinsung, Amortisation und Unterhaltung der Lokomotiven beträgt demnach pro Kilometer

$$\frac{G_4 + G_5}{L} = \frac{F\left(\frac{1}{v} + c\right)}{8.365} + a\,\frac{H}{30} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 14.$$

Setzt man in unserem Beispiele $F = 4000$ M. und $H = 0{,}2$ M., so wird für

$v =$	10	15	20	25	30	35	40	45	50 km pro Stunde
$\frac{G_4 + G_5}{L} =$	0,3083	0,2712	0,2580	0,2548	0,2572	0,2633	0,2722	0,2834	0,2967 Mark pro km.
	0,3218	0,2851	0,2723	0,2695	0,2724	0,2790	0,2884	0,3001	0,3140 Mark pro km.
	0,0135	0,0139	0,0143	0,0147	0,0152	0,0157	0,0162	0,0167	0,0173

wobei wieder die oberen Zahlen für die zweifach gekuppelte und die unteren für die dreifach gekuppelte Lokomotive gelten, während die letzten die Differenzen beider, also die Mehrkosten der dreifach gekuppelten Lokomotiven angeben.

Die Zahlen zeigen, dafs die zur Herabziehung der Unterhaltungskosten der Lokomotive günstigste Geschwindigkeit für dreifach gekuppelte Lokomotiven um ein geringes niedriger liegt, als für solche mit weniger gekuppelten Achsen.

Werden die Ausgaben für Speisung und Unterhaltung von zweifach und dreifach gekuppelten Lokomotiven verglichen, so bedingen diese den ersteren gegenüber einen Mehraufwand von Kosten, welcher für

$v =$	10	15	20	25	30	35	40	45	50	km pro Stunde
	0,0499	0,0513	0,0528	0,0544	0,0562	0,0580	0,0599	0,0615	0,0639	Mark pro km

beträgt.

Die Linie 4 der Fig. 1, Taf. IX, zeigt die Kurve der Gleichung 14 für unseren Zug bei Anwendung einer dreifach gekuppelten Lokomotive und sind die Ordinaten von der Linie 3 ab aufgetragen.

---

welchen der Kohlenverbrauch pro Kilometer gröfser war als der Durchschnitt und die Position 3 die, bei welchen er hinter dem Durchschnitte zurück blieb.

Leistungen und Reparaturkosten der Lokomotiven mit drei gekuppelten Achsen der Köln-Mindener Bahn im Jahre 1875.

Position	Zahl der Lokomotiven	Durchlaufene Wegelänge pro Lokomotive in km	Kohlenverbrauch pro Lokomotive in Tonnen	Reparaturkosten pro Lokomotive Mark	pr. Tonne Kohlen Mark	pro Kilometer Mark
1	145	23008	411	1905	4,635	0,0828
2	49	21578	435	2013	4,628	0,0933
3	96	23738	399	1850	4,637	0,0779

Während nach dieser Tabelle die Reparaturkosten für gleiche durchlaufene Wegelänge weit von einander abweichen, stimmen dieselben pro Tonne verbrauchter Kohlen so gut miteinander überein, dafs unsere gemachte Annahme als zulässig erscheint.

Ein Vergleich auch der Reparaturkosten der übrigen Lokomotivgattungen mit den verbrauchten Kohlen zeigt, dafs erstere für die rascher fahrenden Maschinen sehr erheblich zunehmen, dafs also, aufser mit dem Kohlenverbrauche, die Reparaturkosten der Lokomotiven noch mit der Zuggeschwindigkeit wachsen.

Diese Erscheinung dürfte zumeist in dem Umstande ihren Grund haben, dafs bei den rasch fahrenden Lokomotiven schon vergleichsweise geringe Abnutzungen der Reifen, der Lager etc. ein Einziehen zur Reparatur notwendig wird, welche sich bei geringerer Fahrgeschwindigkeit der Züge oft kaum bemerkbar machen.

Auf den diesbezüglichen Einflufs der Fahrgeschwindigkeit auf die Reparaturkosten, durch welchen sich die vorteilhafteste Zuggeschwindigkeit noch etwas niedriger stellt als nach unserer Rechnung, ist hier keine Rücksicht genommen.

Näheres über diesen Gegenstand bringt das Werk des Verfassers dieses: „Das Eisenbahn-Maschinenwesen". Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

§ 8. Abhängigkeit der Bahnunterhaltungskosten von der Geschwindigkeit der Züge.

Es erübrigt noch, den Einfluſs der Geschwindigkeit der Züge auf die Höhe der Bahnunterhaltungskosten nachzuweisen.

Während die bislang angenommenen Zahlen unserer Rechnung entweder direkt oder doch mit ziemlich sicherer Schätzung statistischen Nachweisungen entnommen werden konnten, ist das mit der Höhe der Bahnunterhaltungskosten oder besser, mit der Abhängigmachung derselben von der Fahrgeschwindigkeit der Züge, weit weniger der Fall.

Wir wollen versuchen, auch diese Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit der Züge nachzuweisen und in festen Zahlen anzugeben.

Abgesehen von dem Einflusse der Züge wird die Höhe der Bahnunterhaltungskosten noch durch manche andere Faktoren bedingt. Ein solcher Faktor ist die Witterung, welche, auch ohne daſs die Bahn befahren wird, den Oberbau nach und nach zerstört.

Betragen die durch dieselben bedingten Reparaturkosten des Bahnoberbaues H^1 Mark, während dieselben $\frac{G_6}{L}$ Mark pro km im ganzen ausmachen, so wächst der Rest $\frac{G_6}{L} - H^1$ mit dem Gewichte der die Bahn passierenden Massen.

Die Masse der beförderten Güter ist jedoch nicht allein maſsgebend für die Höhe dieses Restes, denn man kann z. B. beladene Wagen sehr häufig langsam über eine Bahnstrecke schieben, ohne daſs dieselbe erheblich beschädigt wird, während oft ein einziger sehr rasch fahrender Zug, besonders wenn die Radstände der einzelnen Fahrzeuge klein sind und die Achsschenkel in den Lagern viel Luft haben, schon Nacharbeitungen der Gleiselage nötig macht. Wenn hiernach wieder die Höhe der Bahnunterhaltungskosten mit von der Geschwindigkeit der Züge abhängt, so wird dieselbe doch auch sehr wesentlich durch die Zugkraft der Lokomotive bedingt.

Beim Anziehen schwerer Züge tritt häufig ein starkes Schleudern der Treibachsen ein, wodurch das Gleis, auch bei geringer Zuggeschwindigkeit, beschädigt wird, der gleiche Fall kommt bei schweren Zügen in Steigungen auf freier Bahn häufig während der Fahrt vor.

Auch ohne dieses Gleiten der Treibräder findet eine mit der Stärke der Zugkraft wachsende Deformation des Bahnoberbaues statt.

Indem die Lokomotive durch die Adhäsion der Räder den Zug zieht, sucht sie die Schienen in entgegengesetzter Richtung zurück zu drängen, ein Bestreben, welches nicht ohne Einfluſs auf den Oberbau bleiben kann.[14])

Ein Teil der störenden Bewegungen der Lokomotive wächst ferner mit dem Dampfdrucke auf den Kolben und daher mit der Zugkraft.

Diese störenden Bewegungen treten gerade bei Güterlokomotiven mit kurzen Radständen sehr merkbar auf und haben Gleisverschiebungen im Gefolge. Die Höhe der Bahnunterhaltungskosten setzt sich demnach aus den folgenden Faktoren zusammen und zwar zunächst aus der konstanten, von dem Wetter abhängigen Gröſse H^1 und aus einer zweiten, welche durch das Gewicht der passierenden Züge bedingt ist und die wir $J(P + 2\,Q)$ nennen wollen.[15])

Das Gewicht Q der Lokomotive ist hierbei in der letzten Summe doppelt enthalten, da die durch das Passieren einer Lokomotive bedingten Abnutzungen des Ober-

[14]) Wenn sich die Schienen erfahrungsmäſsig trotzdem in der Richtung des Zuges bewegen, so liegt das an dem Einflusse der Adhäsion der Wagenräder.

[15]) Belpaire glaubt nach seinem Werke über die Betriebskosten der Eisenbahnen, daſs die Wirkungen der Lokomotivräder auf die Schienen bedeutender sind, als die der Wagenräder des übrigen Zuges.



baues gröfser sind als die durch das Passieren von mehreren Wagen gleichen Gewichtes. Diese gröfseren Abnutzungen durch die Lokomotive beruhen einmal darauf, dafs die Räder derselben bei Güterlokomotiven nahe bis zur überhaupt zulässigen Belastung auf die Schienen drücken und dafs sie ferner gekuppelt sind, dafs also nicht nur die Ungleichheiten der Raddurchmesser derselben Achse, sondern der Achsen überhaupt ein Gleiten auf den Schienen veranlassen.

Aufserdem ist das direkt und nicht durch Vermittelung der übrigens auch nur kürzeren und daher weniger wirksamen Federn auf die Schienen drückende Lokomotivgewicht erheblich gröfser, als das Wagengewicht.[16])

Den dritten von der Geschwindigkeit der Züge abhängigen Faktor wollen wir mit $K(P+2Q)v$ bezeichnen und ist auch in ihm wiederum Q aus den oben angeführten Gründen doppelt gerechnet. Der mit der Zugkraft wachsende Faktor möge $O.Z$ sein, wobei für Z die den verschiedenen Geschwindigkeiten des Zuges entsprechenden Werte eingeschaltet werden müssen.

Der Ausdruck für die Höhe der pro Kilometer erforderlichen Bahnunterhaltungskosten lautet demnach

$$\frac{G_6}{L} = H^1 + J(P+2Q) + K(P+2Q)v + O.Z \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 15.$$

Fassen wir sämtliche Kosten zusammen, welche die Beförderung eines Zuges verursacht, so erhalten wir die Gesamtausgabe pro Kilometer zu

$$\frac{G + G_1 + G_2 + G_3 + G_4 + G_5 + G_6}{L} = \frac{0{,}2\, m\, h\, r^2\, a\, V}{n\, R} + M\left(\frac{1}{v} + c\right)$$

$$+ \frac{D\left(\frac{1}{v}+c\right)N}{365.16} + E\,(1 + 0{,}04\, v) + \frac{F\left(\frac{1}{v}+c\right)}{8.365} + a\,\frac{H}{30} + H^1$$

$$+ J(P+2Q) + K(P+2Q)v + O.Z \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 16.$$

In der Gleichung bezeichnet das erste Glied die Ausgaben für Kohlen und Wasser, das zweite die für Besoldung des Zugpersonals, das dritte und fünfte die Kosten für Verzinsung und Amortisation des Anschaffungspreises der Wagen und Lokomotiven, das vierte und sechste die Höhe der Reparaturkosten der Wagen und Lokomotiven, und die übrigen Glieder endlich geben die Höhe der Bahnunterhaltungskosten an.

---

[16]) Da die Zerstörung der Schienen durch die Reibung mit den Radreifen bewirkt wird, so darf die Abnutzung der letzteren auch der Abnutzung und den Unterhaltungskosten dieser als proportional angenommen werden. — Wird die Radreifenabnutzung nach der Zahl und dem Durchmesser der abgedrehten Räder bemessen, so berechnet sich nach den Angaben des Jahresberichts der Köln-Mindener Bahn pro 1875, welche Angaben durch persönlich eingezogene Erkundigungen durch den Verfasser dieses soweit erforderlich ergänzt wurden, das Verhältnis der durch die Wagen und durch die Lokomotiven nebst Tendern bewirkten Schienenabnutzungen zu

$$\frac{4146240}{1929000} = 2{,}15.$$

Die Gesamtbelastung der Wagenachsen, welche die ganze Bahn im Jahre einmal durchfuhren, betrug 2 025 600 Tonnen, gegenüber den entsprechenden Lokomotiven mit 533 600 Tonnen.

Jede Tonne Lokomotivgewicht (inkl. Tendergewicht) brachte demnach die gleiche Abnutzung hervor, wie

$$\frac{2025600}{533600\,.\,2{,}15} = 1{,}766 \text{ Tonnen Wagengewicht.}$$

Das Verhältnis der Schienenabnutzung berechnet sich für die Treibachsen der Kuriermaschinen wie 2,419 und für die Gütermaschinen mit drei gekuppelten Achsen wie 2,252 zu 1, wenn die Schienenabnutzung durch eine Tonne Wagengewicht zu 1 angenommen wird.

Diesen Zahlen gegenüber scheinen die Annahmen von Launhardt „Verhältnis wie 4 : 1“ und noch mehr die von Freycinet „Verhältnis wie 12 : 1“, weitaus zu hoch gegriffen zu sein.

Vergl. R. Koch: „Das Eisenbahn-Maschinenwesen.“ Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

Zur Bestimmung der konstanten Zahlen I, K und O nehmen wir die Höhe der Unterhaltungskosten eines Gleises, welches in einer Steigung von $\frac{1}{600}$ liegt, zu 2400 M. pro Jahr und Kilometer an. Das Gleis werde pro Jahr durch 10000 Züge in einer Stärke von durchschnittlich je 50 Achsen mit einem Gewichte von 350000 kg und einer mittleren Geschwindigkeit von 30 km befahren, das Durchschnittsgewicht der Lokomotiven betrage 50000 kg und es mögen dieselben zweifach gekuppelt sein.

Die zur Beförderung obigen Zuges nötige Zugkraft Z beträgt nach Formel 3

$$\frac{350000}{1000}\left(1+0{,}04\,.\,30+\frac{1000}{600}\right)+\frac{50000}{1000}\left(8+0{,}0044\,.\,900+\frac{1000}{600}\right)=2040 \text{ kg.}$$

Die Gröfse der Summe H^1 ist in nassen und trockenen Jahren verschieden, sie richtet sich ferner nach dem Materiale der Schwellen und nach vielen anderen Umständen. Wir wollen diese Gröfse mit 400 M. pro Jahr in Rechnung bringen, es wird dadurch

$$\frac{G_6}{L}-H^1=J\,(P+2\,Q)+K\,(P+2\,Q)\,v+O.Z=\frac{2000}{10000}=0{,}2 \text{ Mark.}$$

Um die Zahlen I, K und O zu bestimmen, kommt es darauf an, das Gröfsenverhältnis der drei Werte $J(P+2\,Q)$, $K(P+2\,Q)\,v$ und $O.Z$ zu einander, für unseren Fall, festzusetzen.

Der Widerstand der Wagen betrug bei einer Geschwindigkeit von 30 km

$$P\,(1+0{,}04\,.\,30)=P\,(1+1{,}2),$$

es verhält sich also die Gröfse des von der Geschwindigkeit abhängigen Teils dieses Widerstandes zu dem von derselben unabhängigen, wie 6 zu 5.

Wir haben früher die Unterhaltungskosten der Wagen diesem Verhältnisse proportional angenommen.

Der erste Wert P_1 wurde durch die rollende Reibung, die Reibung der Spurkränze an den Schienen, durch gleitende Reibungen der Räder bei nicht genau gleichen Durchmessern, und durch die Reibung der Wagenteile gegeneinander veranlafst, der zweite Wert $P\,1{,}2$ durch die Schienenstöfse und durch Ungenauigkeiten in der Gleislage.

Aufser der Reibung der einzelnen Wagenteile gegeneinander wirken die sämtlichen übrigen Widerstände auf Zerstörung des Bahnoberbaues, die Kosten, welche sie verursachen, würden dem Werte der Gröfse $1+0{,}04\,v$ proportional sein, wenn nicht in dem Gliede 1 noch die zuerst genannten Reibungswiderstände enthalten wären.

Wir glauben nicht sehr fehlzugehen, wenn wir unter Berücksichtigung dieses Umstandes das Verhältnis beider nicht wieder 5 zu 6, sondern wie 1 zu 2 annehmen, also setzen

$$2\,.\,J\,.\,(P+2\,Q)=K\,(P+2\,Q)\,30 \quad \text{oder} \quad J=15\,K.$$

Ein weiterer Anhalt zur Schätzung des Einflusses der Geschwindigkeit der Züge auf die Höhe der Bahnunterhaltungskosten kann aus dem Vergleiche der Abnutzung von Radbandagen von langsam und rasch fahrenden Zügen gewonnen werden.

Vergleicht man die Anzahl der Meilen, nach deren Durchlaufen ein Nachdrehen der Räder, z. B. von Packwagen, nötig wird, welche unter sonst gleichen Bedingungen in Zügen mit verschiedenen Geschwindigkeiten laufen, so erhält man Beziehungen zwischen der Abnutzung der Radreifen, also auch der Schienen, und der Geschwindigkeit der Züge, aus welchen der Einflufs der letzteren auf die Zerstörung des Bahnoberbaues, wie folgt, abgeleitet werden kann.

Ist die Belastung einer Wagenachse gleich P kg und die Geschwindigkeit, mit welcher sie sich über die Bahnstrecke bewegt, gleich v km pro Stunde, so erleiden die Radreifen eine Deformation D pro durchlaufenen Kilometer Bahnlänge, welche durch die Formel

$$D=P\,(A+B\,v) \quad \text{ausgedrückt sein möge.}$$

Hat, nach zurückgelegten M km die Abnutzung des Radreifens soweit, bis zu $M.D$ zugenommen, dafs ein Nachdrehen des Rades nötig wird, so ist

$$M\,D=P\,(A+B\,v)\,M,$$

Wird bei einer anderen Zuggeschwindigkeit

$$D' = P\,(A + B\,v') \quad \text{und} \quad M'\,D' = M\,D = P\,(A + B\,v')\,M',$$

wobei M' die Zahl der Kilometer bezeichnet, nach deren Durchlaufen ein Abdrehen des Radreifens, dessen Abnutzung pro **km** bei der Geschwindigkeit v' mit D' bezeichnet wurde, nötig wird, so ist auch

$$(A + B\,v)\,M = (A + B\,v')\,M' \quad \text{und}$$

$$A = B\,.\,\frac{M'\,v' - M\,v}{M - M'} \qquad \text{oder} \qquad \frac{A}{B} = \frac{M'\,v' - M\,v}{M - M'}$$

Beispiel. Müssen die Räder eines Wagens, welcher mit 30 **km** Geschwindigkeit fährt, abgedreht werden, nachdem er 25000 **km** durchlaufen hat, während die letzte Zahl auf 30000 **km** bei einer Zuggeschwindigkeit von nur 22 **km** pro Stunde wächst, ist also

$$v = 30; \quad v' = 22; \quad M = 25000; \quad M' = 30000,$$

so wird

$$\frac{A}{B} = \frac{25000\,.\,30 - 30000\,.\,22}{30000 - 20000} = \frac{1}{18}$$

Der Einfluſs der Zuggeschwindigkeit auf die Höhe der Bahnunterhaltungskosten ist also für $v = 18$ **km** ebenso groſs, wie der der Zugbelastung.

Eine Erhöhung der Zuggeschwindigkeit von 18 auf 36 und 54 **km** erhöht also die Bahnunterhaltungskosten jenen gegenüber um die Hälfte und auf das Doppelte. Das angeführte Beispiel würde, wenn die für v, v', M und M' angenommenen Zahlen richtig wären, $J = 18\,K$ ergeben.

Es scheint, als ob das letzte Glied $O.Z$ gleich Null würde, wenn der Zug sich in einem Gefälle befindet, in welchem er von selbst läuft. Wird dieses Gefälle stark, so muſs der Zug gebremst werden, damit seine Geschwindigkeit keine bedenkliche Höhe annimmt.

Wollte man in solchen Fällen den Wert $O.Z$ negativ einführen, so könnte es leicht eintreffen, daſs die Berechnung für die Bahnunterhaltungskosten in starken Gefällen negative Werte ergäbe, während es doch bekannt ist, daſs diese gerade dort, auch bei doppelgleisigen Bahnen, sehr groſs werden.

Die Zugkraft Z wird in der That in starken Gefällen nicht Null oder negativ, sie ist vielmehr dem Gewichte des Zuges mal dem Gefälle, also dem Werte $\frac{P+Q}{x}$ gleich und wird nur nicht durch die Lokomotive, sondern durch die Schwerkraft des Zuges hervorgebracht.

Zur Bestimmung der Gröſse des Gliedes $O.Z$ fehlt uns fast jeder Anhaltspunkt.

Ist die Zugkraft der Lokomotive für einen bestimmten Fall gleich $\frac{1}{8}$ des Gewichts derselben, so ist die Reaktion der Räder auf die Schienen in horizontaler Richtung gleich $\frac{1}{8}$ derselben in der Vertikalen.

Ohne die Annahme, daſs der Schub in der Horizontalen verhältnismäſsig mehr Deformationen hervorbringt, als der Druck in der Vertikalen, würde man also die durch die Zugkraft verursachten Kosten gleich $\frac{1}{8}$ der durch das Gewicht der Lokomotiven bedingten annehmen dürfen, was offenbar zu gering gerechnet ist.

Die Belastung der Schienen durch die Treibachsräder einer Lokomotive ist meist stärker, als die durch die übrigen Räder.

Diese Belastung wird durch den schrägen Schub der Kurbelstangen der Lokomotiven beim Vorwärtsfahren noch stellenweise um 20 bis 30% vergröſsert und zwar hauptsächlich bei den Güterlokomotiven mit groſsem Kolbenhube, groſsem Cylinderdurchmesser und meist kurzen Kurbelstangen. Auſser dieser mit der Zugkraft wachsenden Vergröſserung des Druckes der ohnehin schon reichlich belasteten Treibachsen wirken noch die mit der Zugkraft wachsenden störenden Bewegungen deformierend auf den Oberbau ein.

In starken Gefällen vergröſsert das häufige Feststellen einzelner Wagenräder durch die Bremse die Bahnunterhaltungskosten bedeutend; dasselbe wird um so häufiger vorkommen, je gröſser der Wert $\frac{P+Q}{x}$, also der Einfluſs der an Stelle der Zugkraft Z eingeführten Schwerkraft des Zuges ist.

Unter Berücksichtigung aller angeführten Umstände wollen wir für unseren Zug die Gröfse des Gliedes $O.Z$ gleich der des Gliedes $J(P+2Q)$ setzen, es wird hierdurch für jeden der 10000 Züge, welche pro Jahr die Strecke passieren

$$\frac{2400}{10000} = \frac{400}{10000} + J(350000 + 100000) + K(350000 + 100000)\,30 + OZ$$
$$= \frac{400}{10000} + J(350000 + 100000 + 2J(350000 + 100000) + J(350000 + 100000)$$

oder

$$J.450000 = \frac{500}{10000} \text{ und } J = 0{,}000000111$$
$$K.450000.30 = \frac{1000}{10000} \text{ und } K = 0{,}0000000074$$
$$O.2040 = \frac{500}{10000} \text{ und } O = 0{,}000025$$

Durch Einschaltung dieser Werte erhalten wir aus der Gleichung 15

$$\frac{G_6}{L} - H^1 = 0{,}000000111\,(P+2Q) + 0{,}0000000074\,(P+2Q)\,v + 0{,}000025\,Z\,\text{Mark} \quad . \quad 17.$$

Beispiel. Um diese Gleichung zur Berechnung der Bahnunterhaltungskosten, welche unser Zug mit

$$P = 1000000 \text{ kg}, \quad Q = 65000 \text{ kg}^{17)} \quad \text{und} \quad x = 600 \text{ kg}$$

bei verschiedenen Geschwindigkeiten verursacht, benutzen zu können, sind die diesen Geschwindigkeiten entsprechenden Werte von Z zu berechnen, was aus der Gleichung 3

$$Z = \frac{P}{1000}\left(1 + 0{,}04\,v + \frac{1000}{x}\right) + \frac{Q}{1000}\left(12 + 0{,}0044\,v^2 + \frac{1000}{x}\right)$$

geschehen kann.

Für $P = 1000000\ Q = 65000$ und $x = 600$ ergibt dieselbe für

$v =$	10	15	20	25	30	35	40	45	50
$Z =$	3986	4223	4473	4737	5016	5309	5616	5937	6291
	3726	3963	4213	4477	4756	5049	5356	5677	6031

und gelten die oberen Zahlen für die dreifach gekuppelte und die unteren für die zweifach gekuppelte Lokomotive.

Schalten wir diese für Z gewonnenen Zahlen in die Gleichung 17 ein und setzen $P = 1000000$ kg und $Q = 65000$ kg, so erhalten wir die den verschiedenen Geschwindigkeiten des Zuges entsprechenden Werte von $\frac{G_6}{L} - H^1$ für

$v =$	10	15	20	25	30	35	40	45	50
zu $\frac{G_6}{L} - H^1 =$	0,3075	0,3553	0,4033	0,4517	0,5010	0,5488	0,5991	0,6489	0,6995
	0,3010	0,3488	0,3968	0,4452	0,4945	0,5423	0,5926	0,6424	0,6930

welche das rasche Wachsen der Ausgaben für Bahnunterhaltung mit der Geschwindigkeit der Züge zeigen.

Sehen wir von der durch die Witterung veranlafsten Ausgabe H^1 ab, so betragen die Bahnunterhaltungskosten bei 40 und 50 km Geschwindigkeit fast das Doppelte

---

[17]) Das Gewicht von Tender und Lokomotive (letztere dreifach gekuppelt). In der Zeichnung Fig. 1, Taf. IX bedeuten ferner:

h = 0,65 m, den Kolbenhub.
r = 0,24 m, den Cylinder-Halbmesser.
R = 0,63 m, Triebrad-Halbmesser.
a = den Füllungsgrad der Cylinder in Prozenten des Kolbenhubs.
m = 2 M., Kosten von 100 kg Kohlen und 800 kg Wasser.
n = 8, Menge des pro kg Kohlen verbrauchten Wassers.
γ = 6 kg, Gewicht eines Kubikmeter mit Wasser vermischten Dampfes.

von dem, was sie bei 10 und 15 km kosten und die Gesamtkosten des Zuges nach Gleichung 16, wenn

v = 10	15	20	25	30	35	40	45	50 km ist,	
1,9875	1,9170	1,9521	2,0311	2,1374	2,2570	2,3906	2,5341	2,6853	Mark
1,9311	1,8592	1,8928	1,9702	2,0747	2,1925	2,3242	2,4657	2,6149	"
0,0564	0,0578	0,0593	0,0609	0,0627	0,0645	0,0664	0,0684	0,0704	"

wobei wieder die oberen Zahlen für dreifach gekuppelte, die mittleren für zweifach gekuppelte Maschinen gelten und die unteren die Differenzen beider angeben.

Die sich aus den oberen Zahlen ergebende Kurve ist in anliegender Zeichnung Taf. IX, Fig. 1, mit No. 5 bezeichnet.

Die günstigste Geschwindigkeit liegt zwischen 15 und 16 km pro Stunde, also bedeutend niedriger, als auf den meisten Bahnen gefahren wird.

Wie schon angegeben, ist bei unseren Zugbeförderungskosten nicht der Einfluſs des Wetters auf die Bahnunterhaltung berücksichtigt. Dieser Einfluſs darf als konstant und von der Zuggeschwindigkeit unabhängig angenommen werden, er ändert also die gewonnenen Resultate nicht, sondern läſst nur das Verhältnis der Ausgaben zu einander etwas weniger groſs erscheinen. Um den Einfluſs der Witterung anschaulich zu machen, müſste er auf einen Zug reduziert, also durch die Zahl der die Strecke passierenden Züge geteilt werden, er variiert also mit der Frequenz der Bahn und wurde deshalb hier fortgelassen.

Um die Höhe der Summen, welche durch zu rasches Fahren der Güterzüge nutzlos fortgeworfen werden, besser übersehen zu können, nehmen wir an, daſs eine Bahn von 250 km Länge pro Jahr von 2000 Güterzügen mit durchschnittlich je 144 Achsen in jeder Richtung durchfahren werde.

Die dadurch entstehenden Kosten berechnen sich bei verschiedenen Geschwindigkeiten nach unserer Gleichung für

	v = 10	15	20	25	30	35	40	45	50 km pro Stunde	
zu	1987500	1917000	1952100	2031100	2137400	2257000	2390600	2534100	2685300	Mark
	1931100	1859200	1892800	1970200	2074700	2192500	2324200	2465700	2614900	Mark

sind also z. B. für $v = 30$ km um circa 11,5 Prozent gröſser, als für $v = 15$ km.

Für eine Verringerung der Geschwindigkeit der Züge sprechen auſser der berechneten Kostenersparnis noch manche andere Gründe. Durch geringe Zuggeschwindigkeit wird die Regelmäſsigkeit und damit die Sicherheit des Betriebes erhöht, da der Führer leicht im stande ist, etwaige Zugverspätungen bei reichlich bemessener Fahrzeit wieder auszugleichen. Das Abnehmen der Geschwindigkeit vermindert den Dampfverbrauch im Verhältnis zu der geringeren erforderlichen Zugkraft der Lokomotive, der Kessel darf daher kleiner und leichter sein, wodurch die Lokomotiven und die Bahnunterhaltung billiger werden.

Mit dem Abnehmen des Kohlenverbrauchs pro Achskilometer wachsen ferner die von den meisten Bahnen gewährten Kohlenprämien. Führer und Heizer werden daher auch bei einem etwas geringeren Gehalte noch gut verdienen.

Der Prozentsatz der in Reparatur zu stellenden Wagen und Lokomotiven nimmt gleichfalls mit der Geschwindigkeit der Züge ab, es verkleinert sich also die Ausgabe für Verzinsung und Amortisation des Kapitals für Reparaturwerkstätten, Wagen und Lokomotiven, sowie damit die Ausgabe für Werkstättenbeamte.

Bei unserer Rechnung wurde die Ausgabe für Strecken- und Stationsbeamte nicht mit berücksichtigt. Bei frequenten Bahnen mit Tages- und Nachtdienst ist die Zahl dieser Beamten konstant und von der Geschwindigkeit der Züge unabhängig, bei kurzen

Bahnen mit schwachem Verkehre kann jedoch der Fall eintreten, dafs durch Verringerung der Zuggeschwindigkeit die Einführung von Nachtdienst, also doppeltes Beamtenpersonal, nötig ist, wodurch natürlich unsere Rechnung sehr alteriert wird.

Wir haben in unserer Rechnung nur den Fall behandelt, dafs sich der Zug in einer Steigung von $\frac{1}{600}$ befindet, die aufgestellten allgemeinen Formeln geben aber auch die nötigen Anhaltspunkte, die Rechnung für andere Verhältnisse durchzuführen.

Beispielsweise sind die Kosten unseres Zuges auch für eine Steigung von $\frac{1}{200}$ und eine solche von $\frac{1}{100}$ bestimmt. Die punktierte Linie No. 6 der anliegenden Zeichnung Taf. IX, Fig. 1, zeigt die Resultate der Rechnung für den ersten und die punktierte Linie No. 7 für den zweiten Fall. Es ist zu den Kurven noch zu bemerken, dafs bei den Kosten für Gehalt des Zugpersonals in der Steigung von $\frac{1}{200}$ auf eine Zahl von 9 Bremsern und auf eine Ausgabe von 3 M. pro Stunde für Zugführer, Packmeister und Bremser gerechnet ist. In der Steigung von $\frac{1}{100}$ wurde eine Teilung des Zuges angenommen und die Ausgabe für Zugpersonal verdoppelt. Die punktierten Linien geben zum besseren Vergleiche mit den anderen die Kosten zur Beförderung von 144 Achsen, also von zwei Zügen an.

Eine Vergleichung der Kosten des Zuges in den verschiedenen Steigungen zeigt nur eine geringe Verminderung der vorteilhaftesten Geschwindigkeit in der Steigung von $\frac{1}{200}$ und sogar eine kleine Vergröfserung derselben gegen diese in der Steigung von $\frac{1}{100}$. Die letztere erklärt sich dadurch, dafs die Cylinderfüllung und damit die Ausgabe für Kohlen etc. verhältnismäfsig zu den übrigen Ausgaben bei dem geteilten Zuge in der Steigung von $\frac{1}{100}$ kleiner wird, als bei dem ganzen Zuge in $\frac{1}{200}$.

§ 9. Grad der Zuverlässigkeit der abgeleiteten Formeln.

Die beiden Formeln, welche zur Bestimmung des vorteilhaftesten Füllungsgrades der Dampfcylinder benutzt wurden, sind von Clark und Welkner aufgestellt.

Nach Clark ist die Gröfse des nutzbaren mittleren Dampfdruckes p_1 in den Cylindern gleich
$$\frac{p}{100}(13{,}5\sqrt{a}-28).$$ [18]

---

[18]) In dem Werke von Karl Schaltenbrand: „Die Lokomotiven, eine Sammlung ausgeführter Zeichnungen mit beschreibendem Text“, erschienen in Berlin 1875 im Verlage von Rud. Gärtner, ist für das Mafs der Zugkraft Z die Formel
$$Z = \lambda\,.\,\varphi = \lambda\,.\,d^2\,p$$
angegeben, in welcher $\lambda = \frac{H}{D}$ gleich dem Kolbenhube geteilt durch den Treibradhalbmesser und $\varphi = d^2 p$ gleich dem Quadrate des in Centimetern ausgedrückten Kolbendurchmessers mal dem Dampfdrucke im Kessel ist.

Die Triebkraft wird nach der Formel $75\,.\,q\,\lambda\,p$ berechnet, in welcher λ und p die frühere Bedeutung haben und q den Kolbenquerschnitt bezeichnet.

Ein Vergleich beider Formeln zeigt, dafs die berechnete Triebkraft 58,9 Prozent von Z, also der Zugkraft beträgt, welche die Lokomotive, ohne Berücksichtigung der Druckverluste des Dampfes bei seinem Wege aus dem Kessel in die Cylinder und aus diesen in den Schornstein und ohne die Verluste durch die Reibung der einzelnen Maschinenteile gegeneinander, bei einer Cylinderfüllung von $a = 100$ entwickeln würde.

Ist in der Gleichung
$$p_1 = \frac{p}{100}(13{,}5\sqrt{a}-28) \qquad p_1 = 0{,}589\,p,$$
so wird
$$58{,}9 = 13{,}5\sqrt{a}-28 \quad \text{und} \quad a = 41{,}4.$$
Unter der Annahme einer Cylinderfüllung von $a = 41{,}4$ ergibt also die Formel
$$p_1 = \frac{p}{100}(13{,}5\sqrt{a}-28)$$
dieselbe Zugkraft, wie die von Schaltenbrand.

Alphons Petzholdt gibt in dem zu Braunschweig bei Vieweg & Sohn im Jahre 1875 erschienenen Werke: „Die Lokomotiven der Gegenwart“ die Zugkraft zu
$$0{,}65\,.\,\frac{d^2\pi}{4}\,.\,p\,.\,\frac{H}{D},$$

Nach **Welkner** ist die Gröfse des Widerstandes W, welchen eine Lokomotive ihrer Bewegung in der Horizontalen entgegensetzt, gleich

$$\frac{Q}{1000}\left(\begin{matrix}6\\8\\12\end{matrix} + 0{,}0044\,v^2\right).$$

Wir betrachten zunächst die Formel von **Clark**.

Macht man in dem Ausdrucke

$$p_1 = \frac{p}{100}(13{,}5\sqrt{a} - 28)$$

die Zahl $a = 100$, nimmt also an, dafs die Lokomotive ohne Expansion arbeitet, so ist $p_1 = p\,.\,1{,}07$, es wird also der mittlere nutzbare Dampfdruck im Cylinder gröfser, als der Kesseldruck; da dies nicht richtig sein kann, so zeigt die Betrachtung, dafs die Formel für sehr starke Cylinderfüllungen zu grofse Zahlen für p_1 ergibt. Machen wir den Expansionsgrad $a = 4{,}3$, so ist

$$p^1 = \frac{p}{100}(13{,}5\sqrt{4{,}3} - 28) = 0\,,$$

es wird also die ganze Arbeit des Dampfes durch die Verluste bei den Geschwindigkeits- und Richtungsveränderungen desselben, sowie durch den Gegendruck auf den Kolben aufgehoben. Der Expansionsgrad, für welchen der nutzbare Dampfdruck p_1 im Cylinder gleich 0 ist, hängt offenbar mit von der Geschwindigkeit der Lokomotive ab, da sich nach ihr die Arbeitsverluste des Dampfes bei den Geschwindigkeitsveränderungen richten; er mufs ferner zunehmen, wenn der Dampfdruck im Kessel, also die Zahl p_1 abnimmt, da ein niedriger Dampfdruck nur eine geringe Expansion zuläfst.

Beide Umstände sind in der Formel nicht berücksichtigt.

Nach **Clark** bedeutet eigentlich p den gröfsten im Cylinder vorkommenden Druck und nicht den Dampfdruck im Kessel; wenn hier gleichwohl letzterer für ersteren eingeführt wurde, so mag das durch folgende Betrachtung motiviert werden.

Fährt eine Lokomotive, wie das meist bei Güterzügen der Fall ist mit hoher Expansion, so wird auch die Kompression des Dampfes so bedeutend, dafs oft der kom-

---

also nur gleich 51% der theoretisch möglichen Zugkraft an. Nach unserer Formel wird diese Zugkraft schon bei $a = 34{,}3$ erreicht.

Nach einer vom Prof. O. **Grove** im 3. Bd., III. Kap. des Handbuchs für specielle Eisenbahn-Technik: „Die Lokomotiven im allgemeinen und die Entwickelung ihrer Grundverhältnisse" berechneten und auf S. 160 angegebenen Tabelle beträgt der nutzbare Dampfdruck im Cylinder bei einer Spannung des Dampfes im Kessel von 10 Atmosphären:

75,4% der Kesselspannung für	$a = 70$	53,8% der Kesselspannung für	$a = 30$
71,4% „ „ „	$a = 60$	42,8% „ „ „	$a = 20$
67,4% „ „ „	$a = 50$	30,3% „ „ „	$a = 10$
60,6% „ „ „	$a = 40$		

ist also noch etwas höher, als nach unserer Formel

$$p_1 = \frac{p}{100}(13{,}5\sqrt{a} - 28).$$

Mit Zugrundelegung der Formel von **Grove** werden demnach die von **Schaltenbrand** und **Petzholdt** berechneten Zugkräfte schon bei niedrigeren Füllungen, als $a = 41{,}4$ und $34{,}3$ erreicht. Da beim Anfahren und in starken Steigungen, besonders bei langsam fahrenden Güterzügen, sehr häufig bedeutend höhere Cylinderfüllungen angewandt und damit gröfsere Zugkräfte erzielt werden, als sich aus den Formeln von **Schaltenbrand** und **Petzholdt** ergeben, so dürfte auch das von diesen Herren mit Zugrundelegung eines Adhäsionskoeffizienten von 0,15 berechnete nötige adhärierende Gewicht, wenigstens für Güterzuglokomotiven, zu klein ausfallen.

Zu dieser Berechnung des adhärierenden Gewichtes ist noch zu bemerken, dafs **Schaltenbrand** und **Petzholdt** bei der Bestimmung desselben nicht von der Zugkraft die zur Überwindung der Reibung der Maschinenteile gegeneinander nötige Kraft abgezogen, also, ihre Formel für die Zugkraft als richtig angenommen, dieses Gewicht zu grofs angegeben haben.

primierte Dampf gegen Ende des Kolbenhubes höheren Druck zeigt, als der Dampf im Kessel. Dieser stark komprimierte Dampf entweicht zum Teil durch den Dampfeinströmungskanal und Schieberkasten in den Kessel, er vergröfsert also nicht den Dampfdruck im Cylinder, sondern nur den Gegendruck auf die Rückseite des Kolbens und verringert dadurch den Wert von p_1.

Es wäre demnach fehlerhaft, diesen eventuell vorhanden gewesenen gröfseren Dampfdruck in die Rechnung einzuführen.

Der Dampfdruck bei der Admissionsperiode fällt aus verschiedenen Gründen kleiner aus, als die Kesselspannung, er wird von dieser umsomehr abweichen, je gröfser die Geschwindigkeit der Lokomotive ist.

Da wir diese Druckveränderung in keine für unsere Rechnung brauchbare Formel bringen konnten, ihr Einflufs auf die gewonnenen Resultate übrigens bei langsam fahrenden Güterlokomotiven nicht sehr erheblich ist, so haben wir sie unberücksichtigt gelassen.

Bei der Aufstellung der Formel durch Clark war aufserdem noch nicht der jetzt gebräuchliche Dampfdruck üblich und gibt die Formel für p_1 zu kleine Werte bei höheren Dampfspannungen. Ferner ist der Einflufs des schädlichen Raumes der Cylinder bei der Bestimmung des Dampfverbrauches unberücksichtigt geblieben.

Die Formel für den Widerstand der Lokomotiven in der Horizontalen

$$W^1 = \frac{Q}{1000}\left(\begin{smallmatrix}6\\8\\12\end{smallmatrix} + 0{,}0044\, v^2\right)$$

rührt von Welkner her.

Die Werte 6, 8 und 12 gelten, je nachdem wir eine ungekuppelte, eine zweifach oder dreifach gekuppelte Lokomotive vor uns haben.

Suchen wir nach den Gründen dieser mit der Zahl der Achsen wachsenden Widerstände, so können wir diese nur in Fehlern der Ausführung oder der Unterhaltung der Lokomotiven finden.

Die Widerstände der Lokomotive bei der Bewegung resultieren aus denen, welche die Reibung der eigentlichen Maschine, und aus denen, welche die Fortbewegung des Wagens verursachen.

Die Reibung der Maschine setzt sich zusammen aus der Reibung der Kolben in den Cylindern, der Reibung der Kolben und Schieberstangen in den Stopfbüchsen und aus der Reibung der Schieber auf den Schieberflächen. Die Reibung der Kurbelstangenlager und Kuppelstangenlager mit den zugehörigen Zapfen, sowie die übrigen der Steuerungsteile gegeneinander und der Kreuzköpfe mit den Gleitbahnen, dürfen gegen obige Gröfse vernachlässigt werden.

Diese Reibungen sind nahezu konstant und wachsen nicht mit der Zahl der Achsen, wenn wir die Zapfenreibungen vernachlässigen.

Die Widerstände, welche sich der Fortbewegung des Wagens entgegenstellen, bestehen aus der rollenden Reibung und der Reibung der Achsschenkel in den Lagern. Beide sind unabhängig davon, ob die Räder gekuppelt sind oder nicht.

Wir haben eben gesagt, dafs die gröfseren Reibungswiderstände der gekuppelten Lokomotiven in Fehlern der Ausführung und der Unterhaltung derselben zu suchen sind. Diese Fehler sollen in Folgendem ermittelt werden.

Bei einer gut montierten Lokomotive haben sämtliche gekuppelten Räder gleiche Durchmesser, die Achsen liegen zu einander genau parallel und rechtwinklig zu den Rahmen, die Kurbelzapfen derselben Achsen und ebenso die Kuppelzapfen stehen genau

in einem Winkel von 90° einander gegenüber und haben alle die gleiche Entfernung von der Mittellinie der Achsen; aufserdem haben die einander gegenüberliegenden Kurbelstangen und Kuppelstangen genau gleiche Längen, welche bei den Kuppelstangen mit den Entfernungen der Achsen stimmen.

Es ist schwer, eine Lokomotive genau nach diesen Vorschriften von vornherein zu montieren, wie jedem ausführenden Praktiker bekannt ist, und findet man bei Nachmessungen oft gröfsere Fehler, als man erwartet hatte.

Setzen wir eine ganz richtig montierte Lokomotive voraus, so schleichen sich im Betriebe schon nach kurzer Zeit Fehler ein. Die Radreifen haben nicht ganz gleiche Härte, sie nutzen verschieden ab, und es bekommen die Räder ungleiche Durchmesser, wodurch sie, wenn gekuppelt, stellenweise auf den Schienen schleifen. Diese ungleiche Abnutzung wird, den gekuppelten Rädern gegenüber, bei der Treibachse durch die beim Vorwärtsfahren bei jeder Radumdrehung zweimal entstehende einseitige Belastung durch die Maschine noch vergröfsert. — Die parallele Lage der Achsen zu einander hält ebenfalls bei einer Lokomotive im Betriebe nicht lange vor.

Die Lagerkasten bewegen sich durch die Schienenstöfse u. s. w. während der Fahrt beständig zwischen den Achsbacken, durch den Dampfdruck werden sie dabei heftig gegen dieselben geprefst, und sind baldige Abnutzungen der sich reibenden Flächen die Folge.

Um das Schlagen der Lagerkasten zwischen den Backen zu beseitigen, sind besondere Stellkeile angebracht, durch welche man den entstehenden Spielraum aufheben kann. Diese Abnutzungen werden bei den einzelnen Achsen verschieden, am stärksten jedenfalls bei der Treibachse auftreten, weil diese den ersten Dampfdruck aus dem Cylinder aufzunehmen hat. Es werden daher nach dem Anziehen der Stellkeile die Entfernungen der Achsen zu einander nicht gleich bleiben können.

Weiter wird die parallele Lage der Achsen zu einander durch die ungleichen Abnutzungen der Achslagerschalen alteriert.

Ungleiche Länge der Kurbelstangen sind von geringem Einflusse auf den leichten Gang der Lokomotive. Anders verhält es sich mit den Kuppelstangen. Entsprechen die Längen der Kuppelstangen nicht genau den Entfernungen der Achsen, so sind Unregelmäfsigkeiten in der Kraftübertragung auf die Kuppelachsen und ist damit ein steifer Gang der Lokomotive die Folge. Verursacht werden diese Änderungen in den Längen der Kuppelstangen durch die Abnutzung und das dadurch nötig werdende Nachstellen der Kuppelstangenlager.

Bewegt sich die Lokomotive durch Kurven, so ist aufser den angeführten Ungenauigkeiten noch der Radstand derselben, welcher mit der Zahl der Achsen wächst, für den Widerstand mafsgebend.

Die Formel $$W^1 = \frac{Q}{1000}\left(\begin{smallmatrix}6\\8\\12\end{smallmatrix} + 0{,}0044\, v^2\right)$$

gilt nur für ungekuppelte, zweifach und dreifach gekuppelte Lokomotiven; zu der Zeit, in welcher sie aufgestellt wurde, bildeten Lokomotiven mit 4 gekuppelten Achsen noch eben solche Ausnahmen, wie heutzutage solche mit noch mehr Kuppelachsen.

Der von der Geschwindigkeit der Züge unabhängige Widerstand wuchs bei der zweifach gekuppelten Lokomotive gegen die ungekuppelte in dem Verhältnisse von 8:6, bei der dreifach gekuppelten gegen die vorige von 12:8; nehmen wir an, dafs er bei der vierfach gekuppelten in demselben Verhältnisse wächst, so wird er $12 + 6 = 18$ zu 12 betragen, es wird $W = \frac{Q}{1000}(18 + 0{,}0044\, v^2)$.

Unsere Formel nimmt dadurch die Gestalt an

$$W = \frac{Q}{1000}\left(\begin{matrix}6\\8\\12\\18\end{matrix} + 0{,}0044\,v^2\right)$$

und gilt nun für Lokomotiven, welche nur eine Treibachse haben und für solche, welche aufser dieser mit 1, 2 oder 3 Kuppelachsen versehen sind.

Der zweite Wert $0{,}0044\,v^2 Q$ wächst mit dem Quadrate der Geschwindigkeit, er repräsentiert hauptsächlich den Einflufs des Luftwiderstandes und der Schienenstöfse.

Die Gröfse dieses zweiten Gliedes ist bei den für Güterzüge üblichen Geschwindigkeiten dem ersten gegenüber nur gering, so mufs bei zweifach gekuppelten Maschinen die Geschwindigkeit v schon über 42,6 km pro Stunde betragen, ehe das Glied $0{,}0044\,v^2 = 8$ wird.

Für dreifach und vierfach gekuppelte Güterlokomotiven werden die beiden Widerstände nahezu gleich für $v = 52{,}2$ und $v = 64{,}1$, während das für ungekuppelte Personenmaschinen schon bei $v = 36{,}9$ stattfindet.

Die Gröfse des Widerstandes der Lokomotive ist nach der Formel von Welkner unabhängig davon, ob die Lokomotive stark arbeitet oder nicht; das ist offenbar ein Mangel, da in der Gröfse des ersten Gliedes die Reibungen der Dampfschieber, der Kreuzköpfe mit den Gleitbahnen u. s. w., welche hauptsächlich eben von der augenblicklichen Leistung abhängen, enthalten sind.

Ferner ist der Einflufs der Treibraddurchmesser auf die Gröfse des Widerstandes W^1 unberücksichtigt geblieben, während doch die Reibungswiderstände der eigentlichen Maschine durch den Radhalbmesser zu teilen sind, um ihren Einflufs auf die erzielte Zugkraft zu bestimmen. Eigentlich hätte auch, analog dem zweiten Gliede $0{,}04\,v$ des Ausdrucks $\frac{P}{1000}(1 - 0{,}04\,v)$ für den Widerstand der Wagen, eine Gröfse, welche die Geschwindigkeit v der Lokomotive in der ersten Potenz enthält, in der Gleichung enthalten sein müssen, die Vernachlässigung derselben erscheint jedoch als unbedenklich den übrigen Konzessionen gegenüber, welche bei der Annahme der Formel von Welkner gemacht werden mufsten.

Nehmen wir an, die Lokomotive befindet sich in einem Gefälle, in welchem sie sich durch ihre eigene Schwerkraft mit der konstanten Geschwindigkeit v fortbewegt, so gelten, je nach der Zahl der vorhandenen Kuppelachsen, die Gleichungen:

$$\text{Null} = \frac{Q}{1000}\left(6 + 0{,}0044\,v^2 - \frac{1000}{x}\right)$$
$$\text{Null} = \frac{Q}{1000}\left(8 + 0{,}0044\,v^2 - \frac{1000}{x}\right)$$
$$\text{Null} = \frac{Q}{1000}\left(13 + 0{,}0044\,v^2 - \frac{1000}{x}\right)$$
$$\text{Null} = \frac{Q}{1000}\left(18 + 0{,}0044\,v^2 - \frac{1000}{x}\right);$$

setzen wir in denselben die Geschwindigkeit v gleich Null, nehmen wir also an, dafs die Lokomotive sich eben fortbewege, so wird:

$x = 166{,}6$ für ungekuppelte Lokomotiven
$x^1 = 125{,}0$ „ zweifach gekuppelte Lokomotiven
$x^2 = 83{,}3$ „ dreifach gekuppelte Lokomotiven
$x^3 = 55{,}5$ „ vierfach gekuppelte Lokomotiven.

Die meisten einigermafsen gut unterhaltenen Lokomotiven werden sich schon in geringeren Gefällen in Gang setzen, es scheint also, als ob die Formel von Welkner im allgemeinen zu grofse Werte ergäbe.

Man bedenkt bei diesem Schlusse nicht, dafs die Reibungswiderstände der Steuerungsteile und Kreuzköpfe im Gefälle fast ganz verschwinden.

Wir haben bei der Widerstandsformel für Lokomotiven stets solche mit besonderen Tendern im Auge gehabt, und bezeichnete die Zahl Q das Gesamtgewicht von Lokomotive und Tender. Da der Tender seiner Bewegung einen geringeren Widerstand entgegensetzt, als die Lokomotive, so wird die Formel für den Widerstand der Tenderlokomotiven etwas anders ausfallen müssen. Wir berücksichtigen diesen Umstand nicht weiter in unserer Rechnung, da Tenderlokomotiven verhältnismäfsig wenig üblich sind.

Die Formeln von Clark und Welkner wurden zunächst zur Bestimmung der vorteilhaftesten Cylinderfüllungen bei den verschiedenen Lokomotivgattungen benutzt, die Richtigkeit der erhaltenen Resultate hängt daher von dem Grade der Zuverlässigkeit dieser Formeln ab.

Wir haben gesehen, dafs die vorteilhaftesten Füllungsgrade mit der Geschwindigkeit der Züge stiegen, dieses Resultat erklärt sich einfach dadurch, dafs mit der Geschwindigkeit der Lokomotive der Widerstand zunimmt, dafs also, ohne ein Steigen des Füllungsgrades im Cylinder, der Prozentsatz des auf den eigentlichen Zug übertragenen Teils der ganzen Zugkraft mit wachsender Geschwindigkeit kleiner wird.

Eine ganz andere Frage, die weiter unten behandelt werden soll, ist die, wie weit die Dampfproduktionsfähigkeit des Kessels die Anwendung des berechneten vorteilhaftesten Füllungsgrades noch zuläfst, ferner die, wie weit man die Zugstärken den den Cylinderfüllungen entsprechenden Zugkräften anpassen kann.

Die letzte Frage wurde der Hauptsache nach schon weiter oben beantwortet, wir sahen dort, dafs die berechneten Füllungsgrade für die Praxis unbrauchbare Werte bei Personenzügen geben, dafs dieselben schon besser passen für Eilgutzüge und gut zu benutzen sind für reine Güterzüge.

Von den Doppelschiebersteuerungen abgesehen, lassen die meisten Schieber nur eine Expansion zwischen den Grenzen von $a = 25$ bis 75 zu, die Werte für a, welche unter 25 berechnet sind, können daher direkt nicht benutzt werden. Man hilft sich in solchen Fällen dadurch, dafs man den Regulator nicht ganz öffnet, also schon während der Admissionsperiode mit etwas expandiertem Dampfe, der also nicht die volle Kesselspannung p hat, arbeitet. Die Ausnutzung des Dampfes wird bei dieser Methode nicht so vorteilhaft ausfallen, wie wenn die Admission rechtzeitig unterbrochen würde, es empfiehlt sich daher, besonders bei Güterzügen, den Schiebern grofse Überdeckungen zu geben, um die Expansion möglichst weit treiben zu können.

Bei der Bestimmung der vorteilhaftesten Geschwindigkeit spielte die Formel

$$W = \frac{P}{1000}(1 + 0{,}04\,v),$$

aus welcher der Widerstand des Zuges in der Horizontalen berechnet wurde, eine Hauptrolle. Die Formel ist auch noch bei späteren Ermittelungen von hervorragender Wichtigkeit, und ist es daher wohl gerechtfertigt, dieselbe eingehender zu behandeln.

Der Gesamtwiderstand, welchen die Wagen (ohne Lokomotive und Tender) eines Zuges ihrer Bewegung entgegenstellen, setzt sich aus verschiedenen einzelnen Widerständen zusammen, welche von der Geschwindigkeit abhängig sind, und entweder mit dieser direkt oder mit dem Quadrate der Geschwindigkeit wachsen, und aus solchen, auf welche die Zuggeschwindigkeit ohne Einflufs bleibt.

Die Formel für den Gesamtwiderstand W nimmt daher die Form

$$W = A + Bv + Cv^2$$

an, wobei A, B und C näher zu bestimmende Koeffizienten sind.

Den von der Geschwindigkeit des Zuges unabhängigen Teil des Widerstandes bildet das erste Glied A, dasselbe repräsentiert die Zapfenreibung, die rollende Reibung und die durch Kurven, Seitenwind oder ungleiche Raddurchmesser veranlafsten gleitenden Reibungen.

Die Gröfse der Zapfenreibung ist abhängig von dem Schmiermaterial, sie wächst mit dem Halbmesser der Zapfen und nimmt mit wachsendem Halbmesser der Räder ab. Die Gröfse der rollenden Reibung wird bedingt durch die Härte der sich berührenden Flächen, also der Schienen und Radereifen, sie nimmt ferner mit dem Wachsen der Durchmesser der Räder in dem Verhältnisse ab, dafs sie der Wurzel aus diesen umgekehrt proportional ist.

Sämtliche aufgeführte, sowie durch Kurven verursachte Reibungswiderstände dürfen annähernd dem Gewichte der transportierten Massen proportional gesetzt werden, wenn man von dem Eigengewichte der Achsen und Räder, welches von der Bruttolast bei der Zapfenreibung abzuziehen ist, absieht.

Wenn sich ein Zug in einer Kurve bewegt, so hat das auf dem äufseren Schienenstrange laufende Rad einen längeren Weg zurückzulegen, als das andere derselben Achse.

Haben die Räder nicht, den Längen dieser Wege proportional, verschiedene Durchmesser, so ist ein teilweises Gleiten der Räder auf den Schienen die Folge. Weitere Reibungswiderstände resultieren noch aus dem Umstande, dafs die Achsen der einzelnen Fahrzeuge parallel zu einander und nicht radial zur Kurve laufen.

Die Centrifugalkraft drängt die Wagen nach dem äufseren Schienenstrange hin, man legt daher diesen etwas höher, damit die Schwerkraft der Centrifugalkraft entgegenwirkt und ein Schleifen des Spurkranzes an der äufseren Schiene verhindert. Diese Höherlegung der äufseren Schiene kann nur einer bestimmten Geschwindigkeit entsprechend angeordnet werden; für Güterzüge ist sie meist in Steigungen zu reichlich bemessen, und findet man sie auffallender Weise auch oft in Schienensträngen an Stellen angewandt, welche die Züge, der Örtlichkeit wegen, nur ganz langsam passieren können.[19])

Durch die Zugkraft der Lokomotive werden aufserdem die Wagen, besonders die in der vorderen Hälfte des Zuges, gegen die innere Schiene gezogen und wird die Wirkung der Centrifugalkraft teilweise aufgehoben, was durch die rascher, als mit der einfachen Länge der Züge wachsenden Reibungswiderstände in Kurven bewiesen wird.

Bei Rädern mit normalen konischen Reifen ist der Durchmesser in der Nähe des Radflantsches etwas gröfser, als an der inneren Seite, es wird also wenigstens teilweise der Vorschrift, in Kurven die Raddurchmesser verschieden zu machen, genügt; leider hält im Betriebe diese normale Form nicht lange vor.

Die Widerstände in Kurven hängen ab von dem Durchmesser der Räder, von dem Radstande der Wagen, von der Art der Kuppelung, von der Länge und Belastung der Züge, von der Stärke der Zugkraft, von der Spurerweiterung, von der Form der Radreifen und ganz besonders von dem Radius der Kurven. Zuverlässige Formeln zur Bestimmung dieses Widerstandes gibt es noch nicht, im allgemeinen geben die vorhandenen zu grofse Werte für grofse Radien und zu kleine Werte für kleine Radien.

Den Widerstand, welchen Kurven von mehr als 750 m Radius veranlassen, darf man in der Praxis vernachlässigen.[20])

---

[19]) Die Überhöhung der äufseren Schiene wird in solchen Fällen oft nur aus dem einzigen Grunde angewandt, um einer Entgleisung der Fahrzeuge entgegenzuwirken. Die äufseren Räder des Wagens pressen in scharfen Kurven stark gegen die äufsere Schiene und suchen über diese fortzuspringen, was durch eine Überhöhung der Schiene erschwert wird.

[20]) Nach Angaben von Launhardt ist der Widerstand in Kurven gleich $Q\left(\frac{1,7}{r} - 0,002\right)$, wobei r den in Metern ausgedrückten Kurvenradius bezeichnet; der Widerstand wird demnach für Radien von $r = 850$ M. zu

Näheres über diese, sowie über andere Widerstände von Eisenbahnfahrzeugen ist in dem zweiten Kapitel des 3. Bandes des Handbuchs für specielle Eisenbahntechnik, herausgegeben von E. Heusinger v. Waldegg, „die widerstehenden und bewegenden Arbeiten bei Fortschaffung von Eisenbahnzügen", bearbeitet von G. Meyer, nachzulesen.

Ein beachtenswerter Aufsatz über die Ermittelung der Kurvenwiderstände auf statistischem Wege ist von H. Böhm, Ingenieur in Wien, in dem zweiten Hefte des Organs für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Jahrgang 1875 erschienen.

Böhm sagt: „Versuche geistreich gehandhabt und mit wissenschaftlichem Ernste durchgeführt, reichen zur Lösung aller Fragen aus, die der Wagenkonstrukteur bezüglich des Kurvenwiderstandes stellen kann. Anders beim Tracenkonstrukteur; seine Frage ist nach dem Betriebswert, nach den durch die Kurve bedingten Mehrkosten des Betriebs gerichtet; für ihn kann die aus dem Experimente geschöpfte Kenntnis des Widerstandes schon deshalb nicht genügen, weil das Experiment, der Natur der Sache nach aus einer endlosen Reihe der Möglichkeiten immer nur eine oder einige möglichst normale Fälle heraushebt, also Verhältnisse voraussetzt, die unmöglich dem mittleren Betriebszustande entsprechen können."

Zur Ermittelung dieses mittleren Widerstandes wird ein Vergleich des Gewichtsverlustes, welchen in Kurven und in geraden Strecken liegende Schienen erleiden, vorgeschlagen, ein Weg, der sicher noch zur Bestimmung anderer Widerstände mit Vorteil benutzt werden kann.

Der zweite Teil Bv der Reibungswiderstände resultiert aus der ungenauen Gleislage und aus den Schwankungen der Fahrzeuge während der Fahrt. Der Beweis, dafs diese Widerstände mit der einfachen Geschwindigkeit steigen, ist nicht streng zu führen.

Dieses zweite Glied kommt besonders bei gröfseren Geschwindigkeiten zur Geltung; in unserer Formel

$$W = \frac{P}{1000}(1 + 0{,}04\,v)$$

wird es schon für eine Geschwindigkeit von 25 km gleich den übrigen Widerständen. Alles, was aufser der Geschwindigkeit die Schwankungen der Wagen befördert, also schlechte Lage der Gleise, ausgelaufene Achslager und Radreifen, kurze Radstände, grofse überhängende Gewichte der Wagen, geringe Belastung und unzweckmäfsige Konstruktion der Federn, nicht stillliegende Ladung, (Viehtransport) etc. vergröfsert dieses zweite Glied.

Auch die Gröfse dieser Widerstände ist der Belastung proportional angenommen.

Das dritte Glied Cv^2 setzt sich zusammen aus dem Luftwiderstande und dem Arbeitsverluste beim Überspringen der Zwischenräume der Schienen.

Der Luftwiderstand durfte in unserer Gleichung teilweise vernachlässigt werden, da die Lokomotive mit dem grofsen Profile des Schutzdaches den Wind von vorn schon auffängt, also dem Zuge nicht viel mehr zukommen läfst.

Der Seitenwind ist in der Konstanten A unserer Formel schon enthalten, welche für mittlere Verhältnisse, also für mittlere Kurven, mittleren Windseitendruck und Windkopfdruck bestimmt werden soll.

Null, Kurven mit 850 M. und gröfseren Radien dürfen daher unberücksichtigt bleiben. Der Umstand, dafs die Schwankungen eines rasch in gerader Strecke fahrenden Zuges und mit ihnen das zweite Glied $Q.Bv$ unserer Widerstandsformel, sich vermindern, sobald derselbe in eine Kurve gelangt, spricht für die Richtigkeit der oft aufgestellten Behauptung, dafs schwache Kurven die Zugkraft vermindern. Es erscheint demnach als vorteilhaft, lange gerade Strecken durch eingelegte Kurven mit grofsen Radien zu unterbrechen.

Es bleibt noch der Verlust beim Überspringen der Zwischenräume der Schienen auszuführen übrig. Derselbe wird bei den langsam fahrenden Güterzügen den übrigen Widerständen gegenüber vernachlässigt werden dürfen.

Wir übergehen die vielen verschiedenen Formeln zur Bestimmung des Zugwiderstandes, welche teils durch Kalkulation, teils nach praktischen Versuchen aufgestellt sind; nach unserer Ansicht geben sie sämtlich für unsere Zwecke zu hohe Werte.

Die eingehendsten, leider nicht veröffentlichten Versuche zur Ermittelung der Widerstände von Eisenbahnwagen sind von der Köln-Mindener Bahn in den Jahren 1866 und 1869 mit einem besonderen Versuchszuge angestellt, welcher, aus 40 zweiachsigen Kohlenwagen bestehend, ohne Lokomotive und Tender ein Gewicht von 233000 kg und, mit Schienen beladen, von 638000 kg hatte.

Für den leeren Versuchszug wurde auf gerader Strecke bei Windstille nach den Versuchen von 1869 der Widerstand W zu $\frac{2,792}{1000}$ kg bei einer Geschwindigkeit des Zuges von 7,2 m pro Sekunde oder 25,92 km pro Stunde beobachtet; bei einer Geschwindigkeit von 10,161 pro Sekunde oder 36,58 km pro Stunde wuchs er auf $\frac{3,816}{1000}$ kg.

Setzen wir diese Werte in unsere Formel

$$W = (A + Bv)\frac{P}{1000}$$

ein, so erhalten wir

$$2,792 = A + B\,25,92 \quad \text{und} \quad 3,816 = A + B\,36,58$$

und daraus $A = 0,302$ und $B = 0,0961$,

es ist also für den leeren Versuchszug in gerader Strecke bei Windstille der Widerstand:

$$W = \frac{P}{1000}(0,302 + 0,0961\,v) \quad \text{gewesen.}$$

Für den beladenen Versuchszug wurde unter gleichen Umständen gefunden:

$$1,520 = A^1 + B^1.21,51 \qquad 2,198 = A^1 + B^1.39,10.$$

Daraus berechnet man A^1 zu 0,704 und B^1 zu 0,0380, es ist also

$$W_1 = \frac{P}{1000}\,0,704 + 0,038\,v).$$

Aus den beiden Widerstandsformeln für den leeren und den beladenen Versuchszug kann der aus der Ladung allein resultierende Widerstand auf folgendem Wege ermittelt werden.

Von dem Widerstande $0,704 + 0,038\,v$ pro Tonne Gewicht des beladenen Zuges entfällt der Teil

$$\frac{233000}{638650}.(0,302 + 0,00951\,v) = 0,110 + 0,0347\,v$$

auf den Widerstand der Wagen und der Rest mit $0,594 + 0,0033\,v$ auf den Widerstand der pro Tonne Zuggewicht

$$\frac{638650-233000}{638650} = 0,635 \text{ Tonnen}$$

starken Ladung, es sind also, um den Widerstand pro Tonne Ladung zu ermitteln, die Koeffizienten 0,594 und 0,0033 im Verhältnis von $\frac{1000}{635}$ oder auf 0,935 und auf 0,0052 zu erhöhen, sodaſs die Formel für den Widerstand der Ladung sich zu

$$W_2 = \frac{P}{1000}(0,935 + 0,0052\,v) \quad \text{ergibt.}$$

Das starke Anwachsen des konstanten Widerstandes A mit zunehmender Ladung erklärt sich in natürlicher Weise aus dem Umstande, daſs der Prozentsatz von dem Gesamtgewichte des Zuges, welcher auf die Belastung der Achsschenkel entfällt, und damit deren Reibung in den Lagern rascher zunimmt, als die Ladung. Die gefundenen

Zahlen gestatten sogar einen Schlufs auf den bei den Versuchszügen stattgehabten betreffenden Reibungskoeffizienten, der sich aus ihnen zu rund 0,01 ergibt, eine Zahl, welche mit anderen Angaben gut übereinstimmt.

Das zweite Glied Bv unserer Formeln repräsentiert im wesentlichen den Einflufs der unregelmäfsigen Bewegungen der Wagen auf den Zugwiderstand und erklärt sich das Abnehmen des Koeffizienten mit wachsender und sein nahezu vollständiges Verschwinden für die Ladung allein durch die Erscheinung, dafs obige unregelmäfsigen Bewegungen bei leeren Wagen weit stärker auftreten, als bei beladenen.

Die drei Formeln

$$W_1 = \frac{P}{1000}(0{,}302 + 0{,}0961\ v) \text{ für unbeladene Wagen,}$$

$$W_2 = \frac{P}{1000}(0{,}704 + 0{,}038\ v) \text{ für beladene Wagen,}$$

$$W_3 = \frac{P}{1000}(0{,}935 + 0{,}0052\ v) \text{ für die Ladung allein.}$$

galten für den Versuchszug in der geraden Strecke bei Windstille.

Für die Bestimmung der vorteilhaftesten Geschwindigkeit eines Zuges können uns diese Zahlen wenig nützen, wir bedürfen einer Formel, welche den Zugwiderstand für mittlere Witterungsverhältnisse und Kurven angibt.

Die Versuche an der Köln-Mindener Bahn sind nun über die ganze Länge derselben ausgedehnt und bei jeder Witterung angestellt, und ist nachher die mittlere Zugkraft, sowohl für den leeren, als auch für den beladenen Versuchszug bestimmt; diese so ermittelten Werte geben also die gesuchten Zugwiderstände für mittlere Witterungsverhältnisse und mittlere Kurven an.

Für den beladenen Versuchszug hat der durchschnittliche Windseitendruck 1,98 kg und der Windkopfdruck 3,75 kg pro qm betragen; der Widerstand pro 1000 kg Bruttolast war im Mittel gleich 2,050 kg bei einer Geschwindigkeit von 8,3 m pro Sekunde oder 29,88 km pro Stunde.

Nach unserer Formel

$$W = \frac{P^1}{1000}(0{,}704 + 0{,}038\ v)$$

berechnet sich W zu 1,839. Die Differenz mit 2,050—1,839 = 0,211 ist also auf Rechnung der durch Kurven und Wind erzeugten Widerstände zu setzen.

Der Windkopfdruck wird zum gröfsten Teile durch das Schutzdach der Lokomotive aufgenommen, seine Stärke hat daher nur soweit Einflufs auf die Zugkraft, als der schräg von vorn kommende Wind zwischen die Wagen dringt und die Stirnseiten derselben trifft.

Die Gröfse des Windseitendrucks und der Einflufs der Kurven ist fast unabhängig von der Geschwindigkeit v des Zuges, beide vergröfsern daher die Zahl A.

Um die Formeln für die Widerstände unseres beladenen Versuchszuges bei mittleren Witterungsverhältnissen und in mittleren Kurven aufstellen zu können, fehlen uns eigentlich weitere Angaben aus den Versuchen der Köln-Mindener Bahn.

Wenn wir berücksichtigen, dafs nach unseren Betrachtungen der Einflufs der Witterung und der Kurven fast nur den von der Geschwindigkeit unabhängigen Teil des Zugwiderstandes vergröfsert, so genügt das vorliegende Material zur ziemlich sicheren Bestimmung der Koeffizienten A und B.

Wenn wir nach diesen Ausführungen die Formel für den beladenen Zug statt $W^2 = \frac{P}{1000}(0{,}704 + 0{,}038\ v)$ $\quad W^2 = \frac{P}{1000}(1 + 0{,}04\ v)$ setzen und

$v = 29,88$ km machen, so wird

$$W^2 = \frac{P}{1000}(1 + 0,04 . 29,88) = 2,1952 \text{ kg},$$

während die Versuche nur 2,050 kg ergaben.

Die Formel ergibt demnach etwas zu grofse Widerstände gegen die Versuche; wenn wir dieselbe trotzdem so für unsere Rechnung benutzt haben und weiter benutzen werden, so liegt der Grund in der Annahme, dafs die Bremsen des Versuchszuges besser bedient und die Ölung, sowie die ganze Beaufsichtigung des Zuges eine sorgfältigere war, als man solches durchschnittlich im Fahrdienste erwarten darf.

Die uns hier besonders interessierende Formel für den beladenen Versuchszug ergibt bedeutend geringere Widerstände, als die bislang gebräuchlichen. Der Grund dieser Erscheinung beruht darin, dafs bei dem beladenen Zuge lauter Umstände zusammentrafen, welche die Zugwiderstände verringerten. Sämtliche früher angewandte und uns bekannte Formeln setzen einfach den Widerstand des Zuges dem Bruttogewichte desselben proportional und fügen diesem Werte nur teilweise noch ein weiteres Glied bei, welches den Luftwiderstand repräsentiert.

Die Versuche der Köln-Mindener Bahn beweisen nun zur Evidenz, dafs diese Widerstände von der Stärke der Belastung der Wagen in dem Grade abhängen, dafs sie für unbeladene Züge um mehr als 50% gröfser werden, als für beladene.

Die Formeln also, welche Versuchen mit gar nicht oder nur unvollständig belasteten Wagen entnommen wurden, müssen daher gröfsere Widerstände ergeben.

Der Versuchszug bestand ferner aus lauter zweiachsigen Kohlenwagen, welche dem Winde wenig Fläche bieten und deren Schwerpunkt, besonders wenn man sie mit bedeckten Güterwagen vergleicht, sehr tief liegt.

Durch die geringe dem Winde gebotene Fläche wurde der Einflufs des Luftwiderstandes und durch die tiefe Lage des Schwerpunktes der Wagen der Einflufs der Schwankungen gering.

Da demnach die von uns gebrauchte Formel

$$W^2 = \frac{P}{1000}(1 + 0,04\,v)$$

nur für einen aus lauter beladenen offenen Güterzügen bestehenden Zug gilt, so kann, streng genommen, auch die auf sie basierte Berechnung der günstigsten Geschwindigkeit nur für gleiche Züge gelten.

Die Abweichung der vorteilhaftesten Geschwindigkeiten bei anders zusammengesetzten Zügen von der gefundenen fällt aber nicht so erheblich aus, wie es im ersten Augenblicke erscheint.

Wenn wir unsere Berechnung auf einen aus lauter beladenen Kolliwagen bestehenden Zug anwenden, so ändern sich die einzelnen Faktoren der Formel

$$W^2 = \frac{P}{1000}\left(A + Bv + \frac{1000}{x}\right),$$

aus welcher wir die nötige Zugkraft und mit dieser den Dampfverbrauch und die Kosten des Brennmaterials berechneten.

Es wird:

$$A + Bv + \frac{1000}{x} > 1 + 0,04\,v + \frac{1000}{x}, \text{ also } A + Bv > 1 + 0,04\,v.$$

Das Gewicht P des Zuges wird dagegen bei gleicher Achsenzahl geringer ausfallen, da nur ganz ausnahmsweise ein aus Kolliwagen bestehender Zug bis zur vollen Tragfähigkeit dieser belastet ist.

Das Produkt der Faktoren vergröfsert sich voraussichtlich für die gebräuchlichen Geschwindigkeiten in der Horizontalen um ein Geringes und verringert sich in scharfen Steigungen wegen des Einflusses des Gliedes $\frac{P}{x}$.

Die vorteilhafteste Geschwindigkeit wird daher in der Horizontalen gegen oben etwas niedriger und in Steigungen etwas höher liegen.

Es sind ferner die Reparaturkosten der Wagen nach dem Verhältnisse von $A + Bv$ zu einander in konstante und in solche, welche mit der Geschwindigkeit wachsen, geteilt. Die letzteren, durch das Glied Bv bedingten Reparaturkosten fallen bei Kolliwagen bedeutender aus, als bei offenen Güterwagen, da mit der höheren Lage des Schwerpunktes auch die Schwankungen zunehmen, es wachsen aber auch gleichzeitig die für Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals der Wagen aufzuwendenden Summen, da dieses Anlagekapital selbst gröfser wird.

Die gröfseren Reparaturkosten verkleinern, die höheren Amortisationskosten vergröfsern die vorteilhafteste Zuggeschwindigkeit, der Einflufs beider hebt sich teilweise auf.

Die Unterhaltungskosten des Lokomotivparks ändern sich in demselben Verhältnisse, wie die Kosten des Brennmaterials, sie bedingen also auch dieselben Geschwindigkeitsänderungen wie dort. — Es bleibt bei beiden Zügen die als Gehalt für das Fahrpersonal zu bezahlende Summe gleich.

In der Formel 15:

$$G_6 = H^1 + J(P + 2Q) + K(P + 2Q)v + O.Z$$

für die Höhe der Bahnunterhaltungskosten, ändert sich gegen früher nicht die Gröfse des ersten Gliedes H^1, das zweite Glied $J(P + 2Q)$ wird bei dem aus lauter Kolliwagen bestehenden Zuge gegen früher etwas kleiner, weil das Gewicht P etwas geringer wurde.

Die Gröfse $K.P.v$ steigt wegen der gröfseren Schwankungen.

Das letzte Glied $O.Z$ unterliegt denselben Bedingungen, wie die Ausgaben für Brennmaterial und Lokomotivreparaturen.

Fassen wir die Resultate der Vergleichungen zusammen, so finden wir, dafs mit den stärkeren Schwankungen die Ausgaben für Kolliwagen rascher mit den Geschwindigkeiten steigen, als bei offenen Güterwagen und dafs die vorteilhafteste Geschwindigkeit in horizontaler Strecke etwas niedriger, und in Steigungen etwas höher liegt, als dort.

Um genaue Vergleichungen anstellen zu können, bedarf es natürlich der Aufstellung einer Formel für den Widerstand von Kolliwagen in horizontaler Strecke bei mittleren Witterungsverhältnissen und in mittleren Kurven.

Die Bestimmung der Menge der Fahrpersonale und Anzahl der Wagen und Lokomotiven, deren Kosten verzinst und amortisiert werden müssen, hing teilweise von der Konstanten C ab, welche die Aufenthaltszeit auf den Zwischenstationen und aufserdem noch den Zeitverlust repräsentierte, der beim Anfahren und Anhalten der Züge entsteht und von uns zu 1 Minute pro Kilometer Bahnlänge angenommen wurde.

Dieser auf den Zwischenstationen nötige Aufenthalt ist sehr verschieden, besonders Lokalzüge bringen oft auf denselben mehr Zeit hin, als bei der Fahrt, während Verbandsgüterzüge, Kohlen- und Extraviehzüge die meisten Stationen rasch durchfahren.

Die Gröfse dieser Aufenthaltszeit hat, wie oben gesagt, Einflufs auf die Höhe der Kosten für Verzinsung etc., sie vergröfsert jedoch die Ausgaben pro Kilometer nur um eine von der Geschwindigkeit unabhängige konstante Zahl, bleibt daher auf die Bestimmung der günstigsten Geschwindigkeit selbst ohne Einflufs.

Am wenigsten motiviert wurde von uns die Art der Verteilung der Bahnunterhaltungskosten nach dem Gewichte der transportierten Massen, nach der Geschwindigkeit

und nach der Zugkraft; besonders war die Annahme ziemlich willkürlich, dafs die durch die Geschwindigkeit und die durch die Zugkraft bedingten Ausgaben sich für $v = 30$ wie 2 zu 1 verhalten sollten. Da die Zugkraft langsamer wächst, als die Geschwindigkeit, so wird, wenn wir den Einflufs der letzteren auf Kosten der Zugkraft vergröfsern wollen, eine kleinere Zahl als 15 bis 16 km für die günstigste Geschwindigkeit gefunden werden, umgekehrt wird sie etwas gröfser.

Ohne den Einflufs der Kosten der Bahnunterhaltung beträgt die günstigste Geschwindigkeit für unsern Zug circa 18 km, durch diesen Einflufs wird sie unter allen Umständen geringer.

Wie die dieser Abhandlung beigegebenen Kurven zeigen, bleiben die Ausgaben für die Beförderung des Zuges ziemlich konstant, wenn die Zuggeschwindigkeiten um nur wenige Kilometer von der günstigsten Zuggeschwindigkeit abweichen und wachsen mit gröfseren Differenzen ziemlich rasch. Es wäre von Wichtigkeit, durch Zusammenstellung statistischer Nachweisungen von Bahnen, welche unter sonst gleichen Verkehrsverhältnissen mit verschiedenen Geschwindigkeiten fahren, die Richtigkeit der gewonnenen Resultate zu prüfen.[21])

Nach unserer Ansicht gibt die Verminderung der auf den meisten Bahnen für Güterzüge üblichen Geschwindigkeiten ein sicheres Mittel an die Hand, den Reinertrag erheblich zu erhöhen.

§ 10. Wahl der Lokomotiven und Bestimmungen der Dimension derselben für neu anzulegende Bahnen.

Die Gröfse der zulässigen Steigungen einer Bahn hängt von der Stärke der Züge und den Abmessungen der Lokomotiven ab; sind letztere mit der Zuggeschwindigkeit einmal festgestellt, so lassen sich die ersteren leicht berechnen, umgekehrt kann die Stärke der Lokomotiven aus den Steigungsverhältnissen der Bahn und den Zugstärken und den Geschwindigkeiten abgeleitet werden.

Wir schlagen den Weg ein, zuerst die Abmessungen der Lokomotive unter der Bedingung zu bestimmen, dafs diese bei den voraussichtlich am meisten vorkommenden Steigungen vorteilhaft arbeitet, und berechnen erst in zweiter Reihe aus diesen Dimensionen die Maximalsteigungen der Bahn.

---

[21]) Nach einer Angabe von Baurat Prof. Sonne im 15. Kapitel des 4. Bandes vom Handbuch für specielle Eisenbahn-Technik „Die Unterhaltung des Eisenbahn-Oberbaues" werden unter schnell fahrenden Zügen die Schienen erheblich rascher abgenutzt, als durch Züge, welche mit mäfsiger Geschwindigkeit fahren. Aus Angaben über englische Bahnen soll hervorgehen, dafs bei ziemlich gleichen Transportmassen die jährlichen Bahnunterhaltungskosten auf Strecken, welche mit grofser Geschwindigkeit befahren werden, durchschnittlich 336 L. für die englische Meile betragen, während auf den mit mäfsiger Geschwindigkeit befahrenen Strecken durchschnittlich 227 L. verausgabt wurden.

Werden nach der Formel 17 für unser Beispiel die Geschwindigkeiten berechnet, bei welchen die Bahnunterhaltungskosten in dem Verhältnisse von 227 zu 336 wachsen, so erhellt, dafs dieselben zu diesem Zwecke von 10 auf 26 km, von 15 auf 33 km, von 20 auf 40 km und von 25 auf 48 km zunehmen müssen.

Leider fehlen an der bezeichneten Stelle die Angaben über die mittleren Geschwindigkeiten der Züge. Wahrscheinlich differieren diese Geschwindigkeiten nicht so stark, wie es nach unserer Formel als nötig erscheint, woraus sich ergeben würde, dafs dem ersten Gliede der Formel 17 im Verhältnisse zu den übrigen ein zu grofser Wert beigelegt ist, dafs demnach die vorteilhafteste Geschwindigkeit der Güterzüge noch unter den berechneten Angaben bleibt.

Da die Bahnunterhaltungskosten bei gleichem Verkehre auf eingleisigen Bahnen mehr als das Doppelte von den auf zweigleisigen Bahnen betragen, so ist ihr Einflufs auf die Bestimmung der vorteilhaftesten Geschwindigkeit der Züge bei jenen gröfser, als bei diesen; man sollte daher eigentlich auf einfachen Bahnen langsamer fahren, als auf Doppelbahnen.

Zeigt die Bearbeitung der Linie, dafs ihre Tracierung nach den berechneten Maximalsteigungen unverhältnismäfsig hohe Kosten verursacht oder, dafs diese Steigungen, ohne erhebliche Vergröfserungen der Bausumme, reduziert werden dürfen, so mufs durch Korrektion der Dimensionen der Lokomotiven im ersten Falle deren Leistungsfähigkeit vermehrt werden, während im zweiten ihr Gewicht zu vermindern ist, wenn man nicht vorzieht, der Rechnung andere Zugstärken, als zuerst angenommen wurden, zu Grunde zu legen.

Die Frage, welcher Weg der vorteilhaftere sei, kann nur nach Zusammenstellung der Baukosten und der Betriebskosten, welche beide für die verschiedenen Linien und Zugstärken in der Weise zu ermitteln sind, wie das an einem Beispiele am Schlusse dieser Arbeit gezeigt werden soll, beantwortet werden.

Um uns nicht zu sehr in allgemeinen Betrachtungen zu verlieren, stellen wir die Aufgabe so, dafs sowohl die zweckmäfsigsten Lokomotiven, als auch die denselben entsprechenden Steigungsverhältnisse einer Bahn nur für einen bestimmten Fall ermittelt werden sollen.

Die Aufgabe sei, von einem Seeplatze aus eine Bahn in das Innere eines Landes zu bauen, bei welcher auf einen starken durchgehenden Güterverkehr nach beiden Richtungen hin gerechnet wird, dagegen auf einen erheblichen Lokalverkehr nicht zu hoffen ist.

Die Bahn möge zunächst in sanfter Ansteigung sich einer Gebirgskette nähern und endlich diese mit starken Steigungen überschreiten. Der Betrieb der Bahn soll so eingerichtet werden, dafs zur Beförderung der schweren Güterzüge zweierlei Arten von Lokomotiven nötig sind; die leichtere Sorte ist für die Flachlandsbahn bestimmt, die schwerere für die Gebirgsbahn und die an dieselbe grenzenden Bahnstrecken.

Die Zahl der Güterzüge soll in der Flachlandsstrecke und in der an die eigentliche Gebirgsstrecke grenzenden gleich sein und sich in der Gebirgsstrecke durch Teilung der Züge verdoppeln. Bezeichnen wir mit dem Ausdruck „Mittlere Steigung der Bahn" den Bruch, welchen man erhält, wenn man die Höhendifferenz der beiden Endpunkte derselben, vorausgesetzt, dafs keine Wasserscheide zwischen ihnen liegt, durch ihre Länge teilt, so möge dieser Bruch in unserem Falle gleich $\frac{1}{5000}$ für die eigentliche Flachlandsstrecke und gleich $\frac{1}{1000}$[22]) für die an die Gebirgsbahn grenzende Fortsetzung derselben sein. Ist mit der Bahn eine Wasserscheide zu überschreiten, so findet man die der Rechnung zu Grunde zu legende mittlere Steigung, wenn die Summe der beiden Höhendifferenzen der Endpunkte der Bahn mit der Wasserscheide durch die ganze Länge der Bahn geteilt wird.

Die höchste von der Bahn zu überschreitende Stelle des Gebirges liege 200 m über dem Anfangspunkte der Gebirgsstrecke.

Nach den Vereinsbestimmungen ist die Länge der Züge nach den Steigungsverhältnissen der Bahn, nach den Einrichtungen der Bahnhöfe und nach dem Zustande des Betriebsmaterials zu bemessen. In keinem Falle sollen mehr als 200 Achsen im Zuge sein.

Wir wollen einstweilen die durchschnittliche Länge der beladenen Züge zu 144 Achsen und ihr Gewicht P, ohne Lokomotive und Tender, zu 1000000 kg in der Flachlandsstrecke und die Geschwindigkeit zu 18 km pro Stunde annehmen.

---

[22]) Steigungen von $\frac{1}{5000}$ kommen überhaupt nicht und solche von $\frac{1}{1000}$ wohl nur selten vor; diese Zahlen bezeichnen nur die Mittelwerte zwischen sämtlichen Steigungen und Gefällen. Die mittlere Steigung ist hier nur eingeführt, weil sie ein ungefähres Bild der Bahnstrecken liefert und zur vorläufigen Bestimmung der Lokomotivabmessungen, der Zugstärken und zulässigen Steigungen gut zu benutzen ist.

Die Berechnung der Dimensionen der Lokomotive soll vorläufig so vorgenommen werden, dafs diese den Zug unter den gemachten Voraussetzungen in der mittleren Steigung mit einer Cylinderfüllung von $a = 25$ befördern kann.

Wird die Füllung der Cylinder für die mittlere Leistung noch unter 25 % des Kolbenhubs verringert, so erreicht man mit den gebräuchlichen Steuerungen keine zweckmäfsige Dampfverteilung mehr.

Wollte man einen stärkeren Füllungsgrad, als $a = 25$ anwenden, so würde man die Steigerungsfähigkeit der Leistung durch Anwendung gröfserer Füllungen in den Maximalsteigungen vermindern.

Der Adhäsionskoeffizient liegt zwischen $\frac{1}{10}$ und $\frac{1}{5}$ je nach dem Wetter und dem Zustande der Schienen, nach ihm richtet sich die Gröfse des der Lokomotive zu gebenden adhärierenden Gewichts, welches noch zur Beförderung des Zugs in den Maximalsteigungen genügen mufs.

Um nicht zu sehr vom Wetter abzuhängen, legen wir der Gewichtsbestimmung der Lokomotive einen Adhäsionskoeffizienten von $\frac{1}{8}$ zu Grunde.

Ein sich mit der Geschwindigkeit von 18 **km** pro Stunde in einer Steigung gleich $\frac{1}{5000}$ bewegender Zug von 1000000 **kg** Bruttolast erfordert eine Zugkraft von:

$$\frac{1000000}{1000}\left(1 + 0{,}04 \,.\, 18 + \frac{1000}{5000}\right) = 1920 \text{ kg}.$$

Wird diese Zugkraft bei einer Cylinderfüllung von 25 % ausgeübt, so kann sie bei einer Füllung von 75 % in dem Verhältnisse von

$$\frac{13{,}5\sqrt{75}-28}{13{,}5\sqrt{25}-28}, \text{ also auf } 4321 \text{ kg}$$

gesteigert werden. Soll das adhärierende Gewicht der Lokomotive für diese stärkste Leistung noch bei einem Adhäsionskoeffizienten von $\frac{1}{8}$ ausreichen, so mufs es gleich $8 \,.\, 4321 = 34568$ **kg** sein. — Bei der Berechnung ist die zur eigenen Bewegung der Lokomotive nötige Kraft nicht mit berücksichtigt.

Nimmt man das Gewicht eines leeren Tenders zu 11400 **kg** und das Gewicht der durchschnittlichen Füllung zu 14000 **kg** an, so wird das Gewicht von Lokomotive und Tender zusammen 60000 **kg** und der Widerstand W in der Steigung von $\frac{1}{5000}$ bei 18 **km** Geschwindigkeit $\frac{60000}{1000}\left(12 + 0{,}0044 \,.\, 18^2 + \frac{1000}{5000}\right) = 818$ **kg** betragen.

Unter Berücksichtigung dieses Widerstandes wächst die in der Steigung von $\frac{1}{5000}$ nötige Zugkraft der Lokomotiven auf $1920 + 818 = 2738$ **kg**.

Bestimmt man die Dimensionen der Lokomotive so, dafs diese Zugkraft wieder bei einer Cylinderfüllung von 25 % erreicht wird, so beträgt sie für 75 % Füllung

$$\frac{13{,}5\sqrt{75}-28}{13{,}5\sqrt{25}-28}\, 2738 = 6165 \text{ kg}.$$

Von dieser Zugkraft werden $\frac{60000}{1000} \,.\, 12$ **kg** $= 720$ **kg** durch die Reibung der Maschinenteile (die rollende Reibung unberücksichtigt gelassen) in Anspruch genommen, der Adhäsionskoeffizient mufs daher $\frac{60000-11400-14000}{6165-720} = \frac{1}{6{,}4}$ sein, wenn die Lokomotive bei 75 % Füllung nicht schleudern soll. Bestimmen wir nach der Gleichung 3:

$$a = 17{,}2225 + 122{,}84\,\frac{W}{Z} + 219{,}04\,\frac{W^2}{Z^2}$$

den vorteilhaftesten Füllungsgrad für unsere in der Steigung von $\frac{1}{5000}$ sich mit der Geschwindigkeit von 18 **km** pro Stunde bewegende Lokomotive, so ist für W die Zahl

$$\frac{60000}{1000}\left(12 + 0{,}0044 \,.\, 18^2 + \frac{1000}{5000}\right) = 818 \text{ einzusetzen.}$$

Die Zahl Z bedeutete die Zugkraft, welche die Lokomotive, ohne Berücksichtigung von Reibungswiderständen, bei voller Cylinderfüllung ausüben kann. Um die Zahl Z zu bestimmen, setzen wir den Dampfdruck im Kessel gleich p, den Cylinderhalbmesser gleich r, den Kolbenhub gleich h und den Treibhalbmesser gleich R, es ist dann

$$2738 = \frac{p}{100}(13{,}5\sqrt{25}-28)\frac{r^2\pi 4h}{2R\pi}$$

und da

$$Z = \frac{p.r^2\pi 4.h.}{2R\pi} \text{ war, } Z = \frac{2738.100}{13{,}5\sqrt{25}-28} = 6934 \text{ und } \frac{W}{Z} = \frac{818}{6934} = 0{,}12.$$

Durch Einsetzung dieses Wertes in die Gleichung 3 erhält man

$$a = 17{,}2225 + 122{,}84.0{,}12 + 219{,}04.0{,}12^2 = 35.$$

Die Berechnung zeigt, dafs unsere Lokomotive in der Steigung von $\frac{1}{5000}$ mit 25 % Füllung nicht am vorteilhaftesten arbeitet, dafs es vielmehr günstiger ist, die Zugstärke so einzurichten, dafs sie einer Cylinderfüllung von $a = 35$ in der mittleren Steigung entspricht oder, wenn die angenommene Zugstärke beibehalten werden soll, die Abmessungen der Lokomotive zu verringern.

Die Zugkraft der Lokomotive ist für a gleich 35 gleich

$$2738.\frac{13{,}5\sqrt{35}-28}{13{,}5\sqrt{25}-28}-818 = 2780 \text{ kg}$$

und entspricht einem Zuggewichte von 1447917 **kg** oder einer Zugstärke von circa 193 Achsen.

Der Weg, die Zugstärke dem günstigsten Füllungsgrade der Cylinder entsprechend zu erhöhen oder, die Abmessungen der Lokomotive zu verringern, ist überall da zu empfehlen, wo die mittlere Steigung der Bahn nur wenig von der Maximalsteigung abweicht, wo also nur eine geringe Verstärkung der Zugkraft zur Überwindung der letzteren nötig wird oder aber, wo an den betreffenden Stellen Vorspannmaschinen bereit stehen.

Auf die Beantwortung der Frage, wie weit die Steigung der übrigen Strecken (Flachlandsstrecke No. 2, mit der mittleren Steigung von $\frac{1}{1000}$, und Gebirgsstrecke) eine Erhöhung der Zugstärke zulassen, soll weiter unten näher eingegangen werden.

Für die Flachlandsstrecken No. 2 soll vorläufig die Kraft der Lokomotiven wieder so normiert werden, dafs der Zug von 144 Achsen in der mittleren Steigung von $\frac{1}{1000}$ mit einer Cylinderfüllung von $a = 25$ befördert werden kann; die Geschwindigkeit mag sich in dieser Steigung auf $v = 16$ **km** ermäfsigen.

Wird die Belastung der Achsen der Lokomotive auf das höchste noch zulässige Mafs von 14000 **kg** gebracht, so beträgt das Gewicht der dreifach gekuppelten Lokomotive 42000 **kg** und das von Lokomotive und Tender zusammen, bei mittlerer Füllung des letzteren, etwa 67500 **kg**.

Der Widerstand unseres Zuges und der Lokomotive von 67500 **kg** Gewicht wird bei einer Zuggeschwindigkeit von 16 **km** pro Stunde in der mittleren Steigung von $x = 1000$ gleich

$$\frac{1000000}{1000}\left(1+0{,}04.16+\frac{1000}{1000}\right)+\frac{67500}{1000}\left(12+0{,}0044.16^2+\frac{1000}{1000}\right)$$
$$= 2640 + 953 \text{ kg} = 3593 \text{ kg}.$$

Die diesem Widerstand entsprechende Zugkraft, welche die Lokomotive bei 25 % Cylinderfüllung ausüben soll, wächst bei einer Cylinderfüllung von 75 % auf

$$3593\ \frac{13{,}5\sqrt{75}-28}{13{,}5\sqrt{25}-28} = 8087 \text{ kg}.$$

Ziehen wir von dieser Zugkraft den durch die Reibung der Maschinenteile gegeneinander absorbierten Teil mit $\frac{67500}{1000} . 12 = 810$ **kg** ab (es wird dadurch nur die Gröfse der rollenden Reibung der Räder auf den Schienen, welche durch das adhärierende Gewicht der Lokomotive zu überwinden und welche in der Zahl 12 mit enthalten ist, zuviel abgezogen), so erhält man in 7277 die Zahl, welche der Berechnung der Gröfse des nötigen adhärierenden Gewichtes der Lokomotive zu Grunde zu legen ist.

Bei dem von uns mit 4200 **kg** angenommenen Lokomotivgewichte ist demnach schon bei einer Cylinderfüllung von 75°/₀ des Hubes ein Schleudern der Räder zu befürchten, wenn der Reibungskoeffizient zwischen Rad und Schiene kleiner wird, als die Zahl $\frac{7277}{42000}$ oder $\frac{1}{5,8}$.

Wird bei ungünstiger Witterung der Reibungskoeffizient geringer als $\frac{1}{5,8}$ und sind die Maximalsteigungen der Bahn so normiert, dafs sie bei mittlerer Witterung eine Cylinderfüllung von 75°/₀ erfordern, so mufs entweder eine Reduktion der Zugstärke vorgenommen oder eine Vorspannmaschine zu Hülfe genommen werden.

Nach der Gleichung 3 berechnet sich der günstigste Füllungsgrad unserer Lokomotive in der Steigung von 1:1000 zu 32,5°/₀; die durch sie bei dieser Füllung auf den eigentlichen Zug ausgeübte Zugkraft ist gleich

$$3593 \frac{13,5 \sqrt{32,5} - 28}{13,5 \sqrt{25} - 28} - 953 = 3500 \text{ kg}$$

und entspricht in der Steigung von $\frac{1}{1000}$ einem Zuggewichte von $P = 1\,325\,757$ **kg**.

Nach unserem Programme sollen die zuletzt berechneten Lokomotiven auch zur Beförderung der Züge in der Gebirgsstrecke benutzt, diese jedoch hier geteilt werden.

Durch die Stärke der Lokomotiven sind die Steigungen der Gebirgsstrecke schon bestimmt; die mittlere Steigung ist so zu wählen, dafs der geteilte Zug mit der vorgeschriebenen Geschwindigkeit bei der vorteilhaftesten Cylinderfüllung befördert wird; ferner mufs die Lokomotive bei den höchsten Füllungsgraden noch im stande sein, die Maximalsteigungen zu überwinden.

Man thut gut, sowohl in Gebirgen, als auch in den Flachlandsstrecken die Maximalsteigungen nur für Cylinderfüllungen gleich 50, höchstens gleich 60°/₀ des Kolbenhubes zu bemessen, damit, beim Eintreten von ungünstiger Witterung, noch eine Steigerung der Leistung möglich bleibt.

Ein Rückblick auf die Berechnung der Lokomotivabmessungen in den beiden Flachlandsstrecken zeigt:

Die Lokomotive der ersten Strecke beförderte 144 Achsen in der mittleren Steigung von $\frac{1}{5000}$ bei einer Cylinderfüllung $a = 25$ mit 18 **km** Geschwindigkeit.

Die Lokomotive der zweiten Strecke war im stande, diesen Zug mit der gleichen Cylinderfüllung, jedoch mit einer auf 16 **km** reduzierten Geschwindigkeit weiter zu befördern.

Wird die Zahl der Achsen des Zuges, dem günstigsten Füllungsgrad der ersten Lokomotive entsprechend, von 144 auf 193, das Zuggewicht also von $P = 1\,000\,000$ **kg** auf $P = 1\,447\,917$ **kg** erhöht, so kann dieser Zug bei Anwendung von gröfseren Cylinderfüllungen in den mittleren, jedoch nur unter Ermäfsigung der Maximalsteigungen beider Strecken durch obige Lokomotiven befördert werden, da schon der schwächere Zug die volle Zugkraft in diesen in Anspruch nahm.

Kann eine Ermäfsigung der Maximalsteigung nur in einer, z. B. in der ersten Strecke erreicht werden, so ist die gröfsere Zugstärke nur unter der Voraussetzung zulässig, dafs für die zweite Strecke eine stärkere Lokomotive, die nach dem Früheren

also mehr als zwei Kuppelachsen haben mufs, angewandt wird oder dafs eine Vorspannmaschine bereit steht.

Ob die geringere Zugstärke mit den früheren Lokomotiven oder die stärkere, unter gleichzeitiger Einführung von Vorspannmaschinen oder die Anwendung von Lokomotiven mit mehr als drei gekuppelten Achsen in diesem Falle vorteilhaft ist, mufs wieder durch einen Vergleich der Bau- und Betriebskosten, welche unter den verschiedenen Voraussetzungen erwachsen, festgestellt werden.

Gegen die Anwendung von Lokomotiven mit mehr als drei gekuppelten Achsen sprechen manche Umstände.

Der Widerstand, den Lokomotiven mit vier gekuppelten oder drei Kuppelachsen, was dasselbe besagt, ihrer Bewegung entgegensetzen, war bei geringen Geschwindigkeiten um 50% gröfser, als bei solchen mit zwei Kuppelachsen.

Diesem Widerstande entsprechend, wachsen die Unterhaltungskosten der Lokomotiven. — Mit der Zahl der Achsen nimmt ferner der Radstand der Lokomotiven und ihr Widerstand in Kurven zu.

Letzterer verursacht ein baldiges Scharflaufen der Radreifen, namentlich der Vorderräder. Wird durch dieses Scharflaufen ein Abdrehen der Vorderräder nötig, so müssen, bei gekuppelten Achsen, stets sämtliche gekuppelten Räder abgedreht werden, um gleiche Raddurchmesser zu behalten, was die Unterhaltungskosten solcher Lokomotiven sehr verteuert.

Bei der Bestimmung der Zahl der gekuppelten Achsen ist ferner die Stärke der Zugapparate zu berücksichtigen.

Bei den meisten älteren Wagen haben die Zugstangen einen Durchmesser von 33 mm und pflegt auch der Kern des Gewindes der älteren Patentkuppelungen nicht stärker zu sein. Diesem Durchmesser von 33 mm entspricht ein Querschnitt von 8,533 qcm.

Die Maximalbelastung der Schiene durch eine Achse beträgt nach den Vereinsbestimmungen 14000 kg, es darf also das adhärierende Gewicht bei dreifach und vierfach gekuppelten Lokomotiven bis auf 42000 und 56000 kg steigen.

Der Reibungskoeffizient der Räder auf den Schienen wächst unter günstigen Umständen bis auf $\frac{1}{5}$ und damit die durch die Lokomotive auszuübende Zugkraft, wenn wir von der zur eigenen Bewegung nötigen Kraft absehen, auf 8400 und 11200 kg, die Beanspruchung der Zugstangen also auf 982 und 1309 kg pro qcm.

Es dürfte, besonders da nicht die Zugstangen, sondern die Zughaken als die schwächsten Teile der Zugapparate anzusehen sind, mit Anwendung einer dreifach gekuppelten Lokomotive die Grenze für die Sicherheit der Zugapparate ziemlich erreicht sein. Man kann gegen diese Betrachtung einwenden, dafs während der regelmäfsigen Fahrt die Zugkraft der Lokomotive obige Grenze nicht erreicht, dafs ferner neuerdings die Zugapparate verstärkt werden und dafs man bei Bergfahrten sehr häufig zwei dreifach gekuppelte Lokomotiven vor schweren Güterzügen findet.

Die erste Behauptung, dafs obige Zugkraft während der regelmäfsigen Fahrt nicht erreicht werde, ist irrig. Sowohl beim Anfahren des Zuges, als auch auf kürzeren starken Steigungen, die mit ausgelegter Steuerung durchfahren werden, kann man häufig ein Schleudern der Räder der Lokomotive, selbst bei trockenen Schienen, beobachten, ein Zeichen, dafs obige Zugkraft erreicht oder überschritten ist. Die stärkeren Kuppelungen, die erst nach und nach in Deutschland eingeführt werden, fehlen noch an vielen Wagen und werden auch lange Zeit an denselben fehlen; aufserdem führen die meisten starken Züge fremde Wagen mit, bei denen oft obige Mafse nicht einmal eingehalten sind.

Die Beanspruchung der Zugapparate der Wagen wird unter Umständen bedeutend gröfser, als die Zugkraft der Lokomotive. Solche Fälle können beim ruckweisen Anziehen des Zuges in der Ebene und

in der Steigung vorkommen; dasselbe wird bei schweren Güterzügen sich nie ganz vermeiden lassen, da diese überhaupt nicht in Gang gebracht werden können, wenn alle Patentketten straff angezogen sind.

Gibt der Führer das Bremssignal und werden die letzten Bremsen rasch angezogen, während die ersten schlechter bedient sind, so kann die lebendige Kraft der vorderen Hälfte des Zuges eine starke Inanspruchnahme der Zugapparate veranlassen.

Folgt auf eine starke Steigung ein starkes Gefälle, ohne dafs eine Horizontale von der Länge des Zuges dazwischen gelegt ist, und mäfsigt der Führer nicht nach dem Überschreiten des Brechpunktes die Zugkraft der Lokomotive, so wirkt diese und die aus dem Gefälle resultierende Schwerkraft auf den Teil desselben, welcher sich noch in der Steigung befindet, wodurch natürlich die Zugapparate bedeutend beansprucht werden. Am gefährlichsten ist das Anziehen des Zuges für die Zugapparate, wenn derselbe gerade auf dem Brechpunkte der Bahn halten mufste.

Das Befördern von schweren Güterzügen durch zwei kräftige Lokomotiven hat auf den Gebirgsbahnen Gefahren und sehr häufig Unfälle durch Reifsen der Züge im Gefolge; es sollten daher, wie von vielen Verwaltungen auch vorgeschrieben ist, solche Züge von vornherein getrennt werden. Zu rechtfertigen sind zwei schwere Lokomotiven vor einem Zuge nur bei schlüpfrigen Schienen, welche den Adhäsionskoeffizienten von $\frac{1}{5}$ oft auf die Hälfte und weniger herabziehen.

Hat man die Zahl der gekuppelten Achsen festgestellt, so ist zu entscheiden, ob eine Tenderlokomotive angewendet werden soll, oder eine solche mit besonderem Tender.[23])

Auch die Stärke des Personenverkehrs wird stellenweise für die Bestimmung der Steigungsverhältnisse mafsgebend.

In den Flachlandsstrecken wird die Stärke der Personenmaschinen leicht so bemessen werden können, dafs die Überwindung der stärksten Steigungen keine Schwierigkeiten macht; wo Flachlandsbahnen jedoch an Gebirgsbahnen grenzen, ist die Frage zu beantworten, ob die Steigungen auf letzteren nicht so eingerichtet werden können, dafs eine Teilung der Personenzüge oder die Anwendung von Vorspannmaschinen unnötig wird.

Sind die Personenzüge so stark, dafs die Lokomotiven, welche zu ihrer Beförderung in der Flachlandsstrecke benutzt wurden, für die Gebirgsstrecken nicht mehr ausreichen, so müssen für diese stärkere Lokomotiven konstruiert werden.

Die Frage, ob Tenderlokomotiven oder nicht, wird in einem solchen Falle öfter, als bei den Güterlokomotiven, zu Gunsten der ersteren entschieden werden, da das Gewicht des Tenders bei den schwächeren Personenzügen, im Verhältnisse zu den Bruttogewichten der Züge, schon eine Rolle spielt. Bei gekuppelten Personenlokomotiven pflegt aufserdem das adhärierende Gewicht gröfser, als nötig auszufallen, es schadet daher nichts, wenn sich dasselbe gegen Ende der Fahrt erheblich verringert.

Die Berechnung der Dimensionen von Personenlokomotiven ist in derselben Weise vorzunehmen, wie das für die Güterlokomotiven geschehen ist.

Wir haben früher gesehen, dafs für eine bestimmte zu erzielende Zugkraft der Dampfverbrauch sich gleich bleibt, einerlei ob kleine Treibräder und kleine Dampfcylinder, oder grofse Rad- und Cylinderdurchmesser und grofse Kolbenhübe angewendet werden.

Die Zugkraft verringert sich in demselben Verhältnisse, in welchem der Treibraddurchmesser zunimmt, und vergröfsert sich mit dem Volumen der Dampfcylinder.

Es war dagegen vorteilhaft, den Dampfdruck im Kessel recht grofs zu machen, weil der Wasser- und Kohlenverbrauch langsamer, dagegen die Zugkraft ebenso rasch steigt, wie der Dampfdruck im Kessel. In richtiger Erkennung dieser Thatsache ist der früher übliche Dampfüberdruck im Kessel von 4,5 und 6 Atmosphären in neuerer Zeit nach und nach auf acht bis zehn und, in einzelnen Fällen, auch auf 12 Atmosphären gesteigert.

Wenn man bei einer Güterlokomotive nur den Dampfdruck bedeutend erhöht, so ist sie in den meisten Fällen doch nicht im stande, stärkere Züge als früher zu befördern, da die Zugstärke mit von der Gröfse des adhärierenden Gewichtes abhängt, dagegen braucht die Geschwindigkeit in den Maximalsteigungen nicht so stark, als ohne diese Druckerhöhung, ermäfsigt zu werden, weil die Zugkraft bei dem höheren Dampfdrucke schon durch das Verbrennen einer kleineren Kohlenmenge, also bei einer geringeren Leistung des Kessels erreicht wird.

---

[23]) Vergleichende Rechnungen über den Wert von Tenderlokomotiven und solchen mit besonderen Tendern für stark geneigte Bahnstrecken finden sich in dem Handbuche für specielle Eisenbahntechnik, Kapitel XVII: „Gebirgsmaschinen und Konstruktion der beweglichen Radgestelle", wir brauchen daher, indem wir auf jenes Kapitel hinweisen, hier nicht näher auf diese Frage einzugehen.



Die Geschwindigkeit und Stärke von Personenzügen hängt in hervorragendem Maſse von der Dampfproduktionsfähigkeit der betreffenden Lokomotiven ab. Das adhärierende Gewicht ist in den meisten Fällen reichlich groſs, man würde also die Zugstärke und die Geschwindigkeit fast beliebig vergröſsern können, wenn der Kessel den durch die stärkere Cylinderfüllung nötig werdenden Dampf erzeugen könnte; die Anwendung eines hohen Dampfdruckes ist daher bei Personenlokomotiven noch mehr gerechtfertigt, als bei Güterlokomotiven.

Wenn wir eben sagten, man könne nicht die Stärke, wohl aber die Geschwindigkeit der Güterzüge durch Verstärkung der Leistungsfähigkeit der Kessel erhöhen, so ist das nur so weit richtig, als der durch die gröſsere Geschwindigkeit gestiegene Widerstand des Zuges die Zugkraft der Lokomotive nicht überschreitet.

Die Dimensionen der Dampfcylinder und die Durchmesser der Treibräder bedingen sich gegenseitig, wie wir früher gesehen haben; man kann also den Durchmesser der Treibräder beliebig wählen und nach demselben die Abmessungen der Cylinder feststellen oder man kann umgekehrt verfahren. Mit der Gröſse der Räder nimmt ihr Gewicht, also auch die schädliche Einwirkung auf die Schienen zu, ferner bedingt sie die Höhenlage des Langkessels, also auch des Schwerpunktes der Lokomotive und mit diesem deren Stabilität. Beim raschen Fahren wird eine ziemlich bedeutende lebendige Kraft in den Treibrädern angesammelt, die ein rasches Anhalten des Zuges erschwert. Bei kleinen Treibrädern dagegen fällt das Gegengewicht für die sich bewegenden Massen groſs aus, ferner wächst die Gröſse der rollenden Reibung.

Wir unterlassen die Aufzählung der verschiedenen Bedingungen, welche bei der Bestimmung der Gröſse der Raddurchmesser zu berücksichtigen sind und wenden uns zu dem Faktor, welcher für dieselben maſsgebend zu sein pflegt.

Jede Radumdrehung bedingt eine hin- und hergehende Bewegung der Dampfkolben in den Cylindern; mit der Zahl der Radumdrehungen in der Zeiteinheit wächst die Zahl der Kolbenhübe und daher auch die Geschwindigkeit des Kolbens. Je geringer die Kolbengeschwindigkeit ist, desto geringer fallen auch, wenn die Querschnittsverhältnisse der Dampfrohre und Dampfkanäle nicht geändert werden, die Druckverluste aus, welche der Dampf auf seinem Wege aus dem Kessel in die Dampfcylinder erleidet.

Eine bekannte Regel zur Bestimmung des Kolbenhubes und der Treibraddurchmesser ist die, beide Gröſsen so zu wählen, daſs die mittlere Geschwindigkeit des Kolbens 2500 mm pro Sekunde nicht überschreitet. Man findet jedoch oft Konstruktionen von Schnellzuglokomotiven, bei welchen diese Grenze nicht inne gehalten ist.

Zur Feststellung der Treibraddurchmesser ist die Erfahrung der beste Lehrmeister, auf diese gestützt, schreiben die technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen über den Bau und die Betriebseinrichtungen der Eisenbahnen als geringste Durchmesser der Treibräder der Lokomotiven vor:

a.	für	Züge	bis	25	km	Geschwindigkeit	0,900 m
b.	„	„	„	30	„	„	1,100 „
c.	„	„	„	45	„	„	1,300 „
d.	„	„	über	45	„	„	1,500 „

Diese Zahlen werden in der Praxis oft erheblich überschritten. Man gibt meist schweren Güterlokomotiven mit zwei Kuppelachsen, Treibräder von 1200—1350 mm Durchmesser und macht den Kolbenhub gleich 600—680 mm.

Leichten, oft nur zweifach gekuppelten Güterlokomotiven gibt man Raddurchmesser von 1400 bis 1500 mm und einen Kolbenhub von 550 bis 600 mm und Personen- und Schnellzuglokomotiven 500 bis 550 mm Kolbenhub bei 1550 bis 2000 mm Treibraddurchmesser. Es gilt als Regel, die Raddurchmesser mit der Geschwindigkeit der Züge wachsen, den Kolbenhub dagegen abnehmen zu lassen. Bei Lokomotiven mit drei gekuppelten Achsen ermäſsigt man oft den Raddurchmesser noch unter 1200 mm, um nicht zu groſse Radstände zu bekommen.

Nach Feststellung des Raddurchmessers und des Kolbenhubes, des Expansionsgrades, welcher der normalen Leistung der Lokomotive entsprechen soll und des Dampfdruckes im Kessel kann man die übrigen Abmessungen der Lokomotiven leicht bestimmen.

Wir nehmen mit der Erfahrung übereinstimmend an, daſs beim normalen Arbeiten der Maschine durch 1 kg Kohle $6^1/_2$ kg Wasser im Kessel verdampft werden (das mechanisch mit übergerissene, nicht verdampfte Wasser ist bei dieser Annahme unberücksichtigt geblieben) und daſs $1^1/_2$ qm Heizfläche erforderlich sind, um pro Minute 1 kg Dampf zu erzeugen.

Bei besonders guter Kohle und reichlich bemessener Heizfläche, daher auch, wenn die Arbeit der Maschine unter ihrer mittleren Leistung bleibt, wächst die pro Kilometer Kohle verdampfte Wassermenge etwas, umgekehrt sinkt sie unter dieses Mafs.[24])

Wir stellen uns nun die Aufgabe, eine Lokomotive zu konstruieren, welche bei einer Geschwindigkeit von 16 km pro Stunde einen Zug im Gewichte von $P = 1\,000\,000$ kg und einer Stärke von 144 beladenen Achsen in einer Steigung von $\frac{1}{1000}$ bei einer Cylinderfüllung von $a = 25$ befördern soll. Das adhärierende Gewicht der Lokomotive mufs noch ausreichen, ein Schleudern der Räder bei 75% Füllung zu verhindern und soll der Kessel im stande sein, für kürzere Zeit, bei Anwendung besonders guter Kohle, genügenden Dampf für eine Cylinderfüllung von $a = 60$ bei einer Ermäfsigung der Zuggeschwindigkeit auf 12 km pro Stunde zu liefern.

Die Lokomotive entspricht dem Programme unserer Flachlandstrecke No. II, das ihr zu gebende adhärierende Gewicht beträgt daher 42000 kg.

Das Tendergewicht beträgt bei mittlerer Füllung, wie dort, etwa 25500 kg, also das Gesamtgewicht Q von Lokomotive und Tender 67500 kg.

Die Zugkraft bei 25% Cylinderfüllung berechnet sich zu 3593 kg. Wird der Treibraddurchmesser zu 130 cm, der Kolbenhub zu 63 cm und der Dampfüberdruck im Kessel zu 9 kg pro qcm angenommen, so ist der mittlere nutzbare Dampfdruck p im Cylinder bei 25% Füllung gleich

$$\frac{p}{100}(13{,}5\sqrt{a}-28) = \frac{9}{100}.(13{,}5\sqrt{25}-28) = \frac{9.39{,}5}{100} = 3{,}555 \text{ kg pro qcm.}$$

Für einen Cylinderhalbmesser gleich x wird die Zugkraft Z gleich

$$3593 = \frac{3{,}555.x^2\pi.4.63}{\pi\,1300}, \text{ es ist also } x = \sqrt{\frac{3593.1300}{3{,}555.4.63}} = 22{,}8 \text{ cm}$$

und der Cylinderdurchmesser = 45,6 cm.

Die Zahl der Treibradumdrehungen der Lokomotive beträgt pro Sekunde $\frac{16000}{60.60.1{,}3\,\pi} = 1{,}0882$ und die Geschwindigkeit des Kolbens $2.0{,}63.1{,}0882 = 1{,}37$ M.

Die Bestimmung der erforderlichen Heizfläche richtet sich nach dem Dampfverbrauche. Wird die Gröfse des schädlichen Raumes in dem Cylinder und dem Einströmungskanale an jeder Seite des Kolbens gleich einem Körper von 2,6 cm Höhe und vom Querschnitte des Dampfcylinders angenommen, so berechnet sich der Dampfverbrauch bei jeder Treibradumdrehung zu

$$r^2\pi\left(h\frac{25}{100}+2{,}6\right)4 = 22{,}8^2\pi\,(130.{}^1/_4+2{,}6).4 = 1633.35{,}1.4 = 229000,$$

also pro Sekunde zu $229\,000.1{,}0882 = 249\,000$ ccm und pro Minute zu 15 cbm.

Da gesättigter Wasserdampf von 9 Atmosphären Überdruck 5,27 kg pro cbm wiegt, so ist das Gewicht des pro Minute verdampften Wassers gleich $15.5{,}27 = 79$ und die erforderliche Heizfläche gleich $1{,}5.79 = 118$ qm.

Der Dampfverbrauch der Lokomotive bei 60% Füllung und 12 km Geschwindigkeit beträgt 136 kg, bei einer Ermäfsigung der Füllung auf 50% des Kolbenhubes verminderte er sich auf 118, und bei einer Vergröfserung desselben auf 75% steigt er auf 169 kg pro Minute.

Die Heizfläche einer dreifach gekuppelten Lokomotive kann nicht gut über 130 qm gesteigert werden, ohne auf ungeschickte Dimensionen zu kommen.

Die zur Erzeugung von 1 kg Dampf disponible Heizfläche beträgt demnach bei unserer Lokomotive, wenn wir dieser 130 qm Heizfläche geben:

bei	25%	Füllung	und	16 km	Geschwindigkeit	1,6
„	50%	„	„	12 „	„	1,1
„	60%	„	„	12 „	„	0,96
„	75%	„	„	12 „	„	0,77.

[24]) Bei normaler Leistung verdampft beispielsweise ein Kessel mit 120 qm Heizfläche 80 kg Wasser pro Minute, es sind zur Erzeugung von 1 kg Dampf 1,5 qm Heizfläche disponibel. Werden pro Minute nur 40 kg Dampf erforderlich, so steigt die zur Erzeugung von 1 kg Dampf disponible Heizfläche auf 3 qm, die Verdampfung geht also unter günstigeren Umständen vor sich.

Wenngleich bei verstärkter Leistung des Kessels die Kohle unter dem kräftigeren Zuge vollständiger verbrennt, so glauben wir doch nicht, dafs hierdurch obiges Resultat sehr wesentlich alteriert wird, zumal dieser stärkere Zug das Durchreifsen vieler unverbrannter Kohlenteile in die Rauchkammer zur Folge hat.

Hätten wir den Dampfdruck im Kessel statt zu 9, zu 10 Atmosphären Überdruck angenommen, so würden wir, unter Beibehaltung der übrigen Dimensionen, für den Cylinderdurchmesser die Zahl 433 gefunden haben.

Der Dampfverbrauch verringert sich unter dieser Voraussetzung und bei den früher angenommenen Geschwindigkeiten

bei 25% Füllung auf 78 kg		bei 60% Füllung auf 134 kg	
„ 50% „ „ 116 „		„ 75% „ „ 166 „	

Die Steigerung der Leistungsfähigkeit der Kessel durch Anwendung sehr hohen Druckes ist demnach nicht so erheblich, wie oft angenommen wird.

Der Dampfverbrauch ist bei gut unterhaltenen Lokomotiven etwas geringer, als von uns angenommen wurde, er bleibt umsomehr hinter den berechneten Zahlen zurück, je höher der Expansionsgrad, mit dem die Lokomotive arbeitet und ihre Geschwindigkeit ist.

Der Dampf erleidet auf seinem Wege vom Kessel nach den Dampfcylindern durch Richtungs- und Geschwindigkeitsveränderungen mancherlei Druckverluste, die mit seiner, also auch mit der Geschwindigkeit der Lokomotive, zunehmen.

Bei Güterlokomotiven beträgt die durchschnittliche Schieberöffnung, wenn sie mit 25% Füllung arbeiten, etwa 5—6 mm, hat man also den Dampfkanälen, welche circa 300 mm hoch zu sein pflegen, einen Querschnitt gleich $\frac{1}{16}$ des Cylinderquerschnitts gegeben, so ist die Geschwindigkeit des einströmenden Dampfes 80 bis 90 mal gröfser, als die des Dampfkolbens.

Bei halber Füllung kann man die mittlere Öffnung der Kanäle zu etwa 12 und, bei $^3/_4$ Füllung zu 15 mm annehmen, der Dampf strömt also gegen oben mit einer Geschwindigkeit ein, welche nur 40 und 32 mal gröfser ist, als die des Kolbens, welcher selbst bei diesen hohen Füllungen sich meist viel langsamer bewegt, als früher.

Die Folge ist, dafs der Dampf in keinem Falle mit seiner vollen Pressung, sondern stets in etwas expandiertem Zustande in den Cylinder tritt, dafs also weniger Dampf verbraucht wird, als berechnet wurde.

Bei den gebräuchlichsten Schiebersteuerungen pflegt ferner der Dampfausströmungskanal durch den Schieber schon geschlossen zu werden, wenn der Kolben noch

bei 25% Füllung etwa 40% seines Weges
„ 50% „ „ 20% „ „
„ 75% „ „ 15% „ „

zurückzulegen hat. Der im Cylinder zurückgebliebene Dampf wird demnach umsomehr komprimiert, je stärker sein Druck beim Beginne der Kompressionsperiode war und je eher diese eintrat, je eher also ihm der Austrittskanal versperrt wurde.

Der bei der Admissionsperiode einströmende Kesseldampf findet also den schädlichen Raum des Cylinders mit schon ziemlich stark komprimiertem Dampfe angefüllt, wenn die Lokomotive mit hohen Expansionsgraden arbeitet.

Die Pressung des auf der Luftseite des Kolbens sich befindenden Dampfes, welcher nach dem Schliefsen des Dampfausströmungskanales komprimiert wird, ist um so höher, je kürzere Zeit ihm zum Entweichen gegeben wurde, je schneller also die Lokomotive arbeitet. Diese Pressung nimmt ferner zu mit der Menge des Dampfes, welche durch den Exhaustor entweichen mufs, und mit seiner Spannung beim Beginne der Ausströmung.

Die Zeit, welche dem Dampfe zum Entweichen gegeben wird, ist bei gröfseren Geschwindigkeiten der Lokomotive, welche mit hohen Expansionsgraden zusammenzufallen pflegen, am geringsten, dagegen aber auch das Dampfquantum bei halber und $^3/_4$ Cylinderfüllung nebst der Pressung beim Beginn der Ausströmung circa doppelt und dreimal so grofs, als bei 25% Cylinderfüllung.

Weiter wirkt der Umstand auf eine Verminderung des berechneten Dampfverbrauchs, dafs die Expansionsperiode des Dampfes schon etwas früher eintritt, als der Abschlufs des Dampfkanals durch den Schieber.

Dieses Früheremtreten der Expansion wird umsomehr bei höheren Expansionsgraden stattfinden, als dort gröfsere Kolbengeschwindigkeiten (wegen der rascheren Fahrt des Zuges) langsameren Schieberbewegungen zur Zeit des Dampfabschlusses (weil der Schieber bei hohen Expansionsgraden weniger Hub bekommt, als bei niederen) gegenüberstehen.

Die bislang aufgeführten Umstände veranlassen sämtlich einen Minderverbrauch an Dampf und Feuerung gegen die berechneten Zahlen. Am stärksten tritt diese Verminderung bei Lokomotiven ein, welche mit hohen Expansionsgraden und grofsen Geschwindigkeiten arbeiteten.

Mit diesem Minderverbrauch an Dampf verringert sich die Leistung der Lokomotive, weil dieselbe mit dem aus Formel 5 zu hoch berechneten nutzbaren mittleren Dampfdrucke p_1 im Cylinder abnimmt.

Wir wollen nun diesen Ursachen, welche den Minderverbrauch an Dampf und Brennmaterial im Gefolge hatten, die gegenüberstellen, welche einen Mehrverbrauch an Dampf, Wasser und Kohle bedingen.

Der Dampfcylinder hat eine geringere Temperatur als der Kesseldampf, es wird daher ein Teil des einströmenden Dampfes während der Admissionsperiode kondensiert, man verbraucht also mehr Dampf, als berechnet wurde. Dieser Mehrverbrauch ist um so gröfser, je weiter die Expansion getrieben wird, weil die stärkere Expansion eine niedrigere mittlere Cylindertemperatur im Gefolge hat.

Weitere Dampfverluste entstehen durch Undichtigkeiten der Schieber und Dampfkolben; die Dampfverluste durch undichte Schieber fallen bei hoher, die durch undichte Kolben bei geringer Expansion am gröfsten aus. — Mechanisch mit dem Dampfe übergerissenes Wasser wird im Kessel nutzlos erwärmt, mit seiner Menge nimmt daher der Kohlenverbrauch der Lokomotive zu.

Die Menge dieses Wassers wächst mit der Stärke der Dampfentnahme und kann bei grofsen Geschwindigdeiten und grofsen Cylinderfüllungen so bedeutend werden, dafs ein Zersprengen des Cylinders die Folge ist.

Man kann durch zweckmäfsige Konstruktion des Kessels und der Einrichtung der Dampfentnahme diesen Wasserverlust erheblich herabziehen, er bleibt jedoch noch immer so grofs, dafs durchschnittlich der Wasserkonsum einer Lokomotive achtmal gröfser angenommen werden darf, als der Kohlenverbrauch, sodafs mit jeden $6^1/_2$ kg Dampf 8 kg Wasser dem Kessel entnommen werden.

Alle die Umstände, welche den Kohlen- und Wasserverbrauch bedingen, ergeben als Resultat, dafs die Leistungen der Lokomotiven, welche mit hoher Expansion und grofser Geschwindigkeit fahren, hinter den berechneten Zahlen zurückbleiben, dafs die Leistung bei gröfserer Füllung und langsamer Fahrt bei gut unterhaltenen Lokomotiven mit der Rechnung ziemlich stimmt und dafs mit zunehmender Füllung der Cylinder die Geschwindigkeit der Lokomotiven verringert werden mufs, wenn diese nicht stark spucken, also nicht viel unverdampftes Wasser verbrauchen und wenn sie noch im stande bleiben soll, den erforderlichen Dampf zu erzeugen.

Die Ansichten über die Dampfproduktionsfähigkeit der Lokomotivkessel weichen sehr von einander ab. Von vielen Technikern wird behauptet, dafs die Dampferzeugung in demselben Mafse sich verstärke, in welchem der durch den Exhaustor entweichende Dampf zunimmt, ja, dafs sogar bei stärkerer Dampfentnahme das Verhältnis zwischen der verbrauchten Kohle und dem verdampften Wasser günstiger werde.

Wäre dieser Satz richtig, so könnte man die Leistungsfähigkeit des Kessels beliebig steigern und bei jedem Füllungsgrade der Cylinder mit jeder beliebigen Geschwindigkeit fahren, ohne durch Dampfmangel gehindert zu werden. Dafs das letztere nicht der Fall, ist jedem Führer bekannt.

Wenn aufserdem die pro kg Kohle verdampfte Wassermenge mit der Leistung des Kessels stiege, so arbeiteten die Kessel mit der kleinsten Heizfläche, wenn nur durch den Exhaustor das Feuer gehörig angefacht würde, am vorteilhaftesten.

Die Dampfproduktion steigert sich allerdings mit der Menge und dem Drucke des durch den Exhaustor entweichenden Dampfes, jedoch, nach der Überschreitung einer gewissen Grenze, in viel geringerem Mafse, als diese Gröfsen.

Die Gröfse der verstärkten Dampfproduktion entzieht sich der Berechnung, dieselbe hängt ab von der Kesselkonstruktion, dem Verhältnisse der Rostfläche zur Heizfläche und vor allen Dingen von der Güte der Kohlen. Bestehen die Kohlen aus lauter Stücken, die nicht leicht zerfallen, so dürfen sie, ohne den Luftzug zu beeinträchtigen, sehr hoch in der Feuerkiste aufgeschichtet werden, während man zugleich die Zwischenräume der Roststäbe, also die freie Rostfläche, sehr grofs machen kann. Man ist in der Lage, auf diese Weise ein grofses Kohlenquantum auf einmal zu verbrennen und dadurch viel Dampf zu erzielen.

Legt der Führer in der Horizontalen oder im Gefälle einen Teil der Stücke, welche er unter seinen Kohlen findet, zur Seite und benutzt dieselben zur Überwindung der schärferen Steigungen, so kann er die Dampfproduktion auf nicht zu lange Zeit sehr erheblich erhöhen. Wenn das Mafs dieser Erhöhung zu etwa 50% angenommen und nach derselben die Geschwindigkeit der Züge in Steigungen bestimmt wird, so kommt man zu Betriebsbedingungen, die sich bei gut konstruierten Lokomotiven und mittleren Kohlen durchführen lassen, vorausgesetzt, dafs diese starke Leistung nur zwischendurch und nicht auf zu lange Strecken verlangt wird.[25])

---

[25]) Auf den meisten Bahnen fahren die Güterzüge auch in scharfen Steigungen rascher, als hier berechnet werden wird, dafür sind sie aber auch meist leichter, man bedarf also im allgemeinen bei einer geringeren Cylinderfüllung einer gröfseren Anzahl von Zügen, welche wieder eine stärkere Ausgabe für den Betrieb bedingen.

Auf unsere Lokomotive angewandt, finden wir, daß 17 km Geschwindigkeit in der Steigung von $\frac{1}{1000}$ für Cylinderfüllungen von 25% des Hubes der mittleren Kesselleistung entsprechen, daß sich bei Füllungen von 50% die Geschwindigkeit auf 13 km, bei 60% und 70% dagegen auf 11,5 und $9\frac{1}{4}$ km ermäßigen muß, wenn die mittlere Leistung des Kessels um nicht mehr als 50% gesteigert werden soll.

Die Zahlen 13, $11\frac{1}{2}$ und $9\frac{1}{4}$ bilden bei den angenommenen Füllungen ziemlich die Grenzwerte für die Maximalgeschwindigkeit der Züge, es ist also im Interesse der Leistungsfähigkeit der Kessel eine Reduktion derselben erwünscht, und sollen sie daher in unseren weiteren Rechnungen auf 12, 11 und 9 km pro Stunde ermäßigt werden.

Die in der Flachlandsstrecke No. 1 mit einer mittleren Steigung von $\frac{1}{5000}$ zu 18 km angenommene Geschwindigkeit muß bei stärkeren Cylinderfüllungen gleichfalls verringert werden; unter den gleichen Bedingungen wie früher wird sie nur

bei 25% Füllung	18 km		bei 60% Füllung	12 km
„ 50% „	13 „		„ 75% „	10 „

betragen dürfen.

Trotzdem die Zugkraft der Lokomotiven bei geringen Cylinderfüllungen unter dem berechneten Werte bleibt, sollen doch die früher berechneten Zahlen beibehalten werden.

Wenn nur die Zugkraft und der Dampfverbrauch, wie es in der That nahezu der Fall ist, für die größeren Cylinderfüllungen mit der Rechnung stimmen, so ist es zur Bestimmung der stärkeren und stärksten Steigungen im Verhältnis zu den mittleren einerlei, ob die für mittlere Steigung berechnete Leistung schon bei 25% Füllung oder etwas später eintritt, da auch der Dampfverbrauch hinter der berechneten Größe zurückblieb.

Die Zahlen, welche die Cylinderfüllungen bei hohen Expansionsgraden angeben, sind demnach nur als Rechnungsgrößen anzusehen, der wirkliche Expansionsgrad, bei welchem Zugkraft und Dampfverbrauch mit den angegebenen Werten stimmen, bleibt etwas und zwar umsomehr hinter diesen Zahlen zurück, je rascher die Lokomotive fährt.

§ 11. Bestimmung der Maximalsteigungen und der zweckmäßigsten Länge derselben.

Sehen wir vorläufig von Steigungen ab, welche mit Hülfe der lebendigen Kraft der Züge, also eines Anlaufes gewonnen werden müssen und betrachten nur die Steigungen, zu deren Überwindung die Kraft der Lokomotive allein ausreicht, so können diese nach dem vorliegenden Materiale leicht bestimmt werden.

Unter Beibehaltung der früheren Bezeichnungen ist die zur Überwindung einer Steigung erforderliche Zugkraft Z bei Anwendung einer Lokomotive mit drei gekuppelten Achsen gleich

$$\frac{P}{1000}\left(1+0{,}04\,v+\frac{1000}{x}\right)+\frac{Q}{1000}\left(12+0{,}0044\,v^2+\frac{1000}{x}\right)$$ [26].

Nach dieser Formel ist

$$x=\frac{P+Q}{Z-\frac{P}{1000}(1+0{,}04\,v)-\frac{Q}{1000}(12+0{,}044\,v^2)} \quad \ldots\ldots 18.$$

Wird für die Zahl $\frac{P}{1000}(1+0{,}04\,v)$, also für den Widerstand des Zuges (ohne Lokomotive) in der Horizontalen, die Bezeichnung $P.W$ und für den Widerstand der Lokomotive $\frac{Q}{1000}(1+0{,}0044\,v^2)$ unter denselben Bedingungen die Bezeichnung $Q\,W^1$ eingeführt, so ist

$$x=\frac{P+Q}{Z-P\,W-Q\,W^1} \quad \ldots\ldots 19.$$

Mit dem Wachsen der Zahl x nimmt die Stärke der Steigung ab. Für $x=\infty$ liegt die Bahn in der Horizontalen und im Gefälle, wenn x negativ wird.

Aus Gleichung 19 ergibt sich: $x=\infty$ für $Z=P\,W+Q\,W^1$, wenn also die Zugkraft gleich den Widerständen in der Horizontalen ist.

[26]) Wenn hier und in der weiteren Rechnung die aus den Versuchen der Köln-Mindener Bahn abgeleitete Formel für den Widerstand beladener Züge mit $W=\frac{P}{1000}\left(1+0{,}04\,v+\frac{1000}{x}\right)$ zur Bestimmung der Steigungsverhältnisse benutzt wird, trotzdem dieselbe nur für beladene offene und zweiachsige Güterwagen richtige, für andere Fahrzeuge jedoch zu geringe Werte ergibt, so liegt der Grund in dem Umstande, daß nur die aus ersteren zusammengesetzten Züge voll belastet zu sein pflegen, also auch in der Regel der stärksten Zugkraft bedürfen.

Für $Z = 0$ ist
$$x = \frac{P + Q}{P W + Q W^1} \quad \ldots \quad 20.$$

Der Ausdruck $\frac{P+Q}{PW + QW^1}$ gibt die Größe des Gefälles an, in welchem sich der Zug, ohne Dampf, mit der Geschwindigkeit v bewegt.

Für $P = 1\,000\,000$, $Q = 60\,000$ und $v = 18$ wird
$$x = \frac{1060000}{1000\,(1 + 0{,}04 \,.\, 18) + 60\,(12 + 0{,}0044 \,.\, 18^2)} = 420.$$

Für $v = 0$ ist
$$x = \frac{1060000}{1000 + 60 \,.\, 12} = 616.$$

Die gröfste noch zulässige Geschwindigkeit für Güterzüge beträgt nach dem Eisenbahnbetriebsreglement $37\frac{1}{2}$ km; unter Einsetzung dieser Zahl für v berechnet sich die Stärke des Gefälles, welches unser Zug ohne Benutzung der Bremsen noch durchfahren darf, zu
$$x = \frac{1060000}{1000\,(1 + 0{,}04 \,.\, 37^1/_2) + 60\,(12 + 0{,}0044 \,.\, 37\,^1/_2{}^2)} = 295.$$

Die Gleichung 19 kann zur Berechnung der Anzahl der nötigen Bremswagen benutzt werden. Wird angenommen, der letzte Wagen eines Zuges sei ein Bremswagen und der Zug reifse in einer Steigung hinter dem vorletzten Bremswagen ab, so ist die Kraft Z^1, mit welcher das abgetrennte Stück vom Gewichte P gehalten werden mufs, damit es sich nicht von selbst in Gang setzt, gleich $\frac{P^1}{x}$ weniger dem Widerstande, welchen es seiner Bewegung in der Horizontalen entgegenstellt.

Dieser Widerstand W ist gleich $\frac{P^1}{1000}\,(1 + 0{,}04\,v)$ und gleich $\frac{P}{1000}$ für $v = 0$.

Die durch den Bremswagen auszuübende Bremskraft Z^1 mufs daher gleich oder gröfser als $\frac{P^1}{x} - \frac{P^1}{1000}$ sein. Wird $Z^1 < \frac{P}{x} - \frac{P^1}{1000}$, so setzt sich das abgerissene Stück des Zuges von selbst in Gang und wächst die Geschwindigkeit desselben so lange, bis $Z^1 = \frac{P^1}{x} - \frac{P^1}{1000}\,(1 + 0{,}04\,v)$ ist.

War, wie das sehr häufig im Betriebe vorkommt, der Bremswagen unbeladen, so darf sein Gewicht zu 5000 kg und, bei schlüpfrigen Schienen, seine Bremswirkung Z^1 zu 500 kg angenommen werden.

Hat das übrige abgerissene Stück des Zuges eine Stärke von n Achsen, die mit je 7500 kg belastet sind, so mufs, wenn es sich nicht von selbst in Gang setzen soll,
$$Z^1 + \frac{P^1}{1000} \geqq \frac{P}{x}, \text{ also für unseren Fall } 500 + \frac{5000 + n\,7500}{1000} \geqq \frac{5000 + n\,7500}{x} \text{ sein.}$$

Werden beide Ausdrücke einander gleich gesetzt, so ist $n = \frac{505\,x - 5000}{7500 - 7{,}5\,.\,x}$.

Die Zahl n bezeichnet die Anzahl der beladenen Achsen, welche auf jeden zweiachsigen unbeladenen Bremswagen in der Steigung $\frac{1}{x}$ eingestellt werden darf.

Wird der Ausdruck für n durch 2 geteilt, so erhält man die Anzahl der beladenen Achsen, welche auf jede unbeladene Achse des Bremswagens eingestellt werden darf, und wenn zu dieser Zahl noch 1 für die Bremsachse selbst gezählt wird, in der Formel
$$\frac{505\,x - 5000}{2\,(7500 - 7{,}5\,x)} + 1 = \frac{101\,x - 1000}{3000 - 3\,x} + 1 = \frac{m}{n}, \quad \ldots \quad 21.$$
das Verhältnis der Gesamtzahl m zu der Zahl n der zu bremsenden Achsen eines Zuges unter der Voraussetzung, dafs sämtliche gebremste Achsen unbeladen und sämtliche übrige Achsen beladen und dafs aufserdem der Reibungkoeffizient zwischen Rad und Schiene gleich 1 : 10 ist.

Das Verhältnis von $\frac{m}{n}$ ergibt sich aus dieser Formel für:

$x = 1000$ zu $\frac{m}{n} = \infty$		$x = 100$ zu $\frac{m}{n} = 4{,}37$
$x = 900$ zu $n = 301$		$x = 80$ zu $n = 3{,}57$
$x = 800$ zu $n = 134$		$x = 60$ zu $n = 2{,}80$
$x = 700$ zu $n = 78{,}5$		$x = 50$ zu $n = 2{,}42$
$x = 600$ zu $n = 50{,}7$		$x = 40$ zu $n = 2{,}06$
$x = 500$ zu $n = 34{,}0$		$x = 30$ zu $n = 1{,}70$
$x = 400$ zu $\frac{m}{n} = 22{,}9$		$x = 20$ zu $\frac{m}{n} = 1{,}35$
$x = 300$ zu $\frac{m}{n} = 15{,}0$		$x = 10$ zu $\frac{m}{n} = 1{,}00$
$x = 200$ zu $\frac{m}{n} = 9{,}0$		

Wird die Belastung sämtlicher Achsen eines Zuges, einerlei, ob sie unter Bremswagen stehen oder nicht, als gleich und zu je P Kilogramm angenommen, so geht die Gleichung $Z' + \frac{P}{1000} = \frac{P'}{x}$, wenn der Zug wieder aus m Achsen hesteht, von welchen n gebremst werden sollen, in

$$\frac{P.n}{10} + \frac{mP}{1000} = \frac{mP}{x} \text{ über, es ist also } \frac{m}{n} = \frac{100\,x}{1000 - x} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 22.$$

Der Bruch $\frac{m}{n}$ gibt das Verhältnis der Achsen eines Zuges zu der zu bremsenden Zahl bei einem Reibungskoeffizienten zwischen Rad und Schiene gleich 1:10, jedoch unter der Bedingung an, dafs sämtliche Achsen gleiche Belastungen haben. — Nach Gleichung 22 wird für

$x = 1000 - \frac{m}{n} = \infty$		$x = 100 - \frac{m}{n} = 11{,}1$
$x = 900$ — „ $= 900$		$x = 80$ — „ $= 8{,}70$
$x = 800$ — „ $= 400$		$x = 60$ — „ $= 6{,}38$
$x = 700$ — „ $= 233$		$x = 50$ — „ $= 5{,}26$
$x = 600$ — „ $= 150$		$x = 40$ — „ $= 4{,}17$
$x = 500$ — „ $= 100$		$x = 30$ — „ $= 3{,}09$
$x = 400$ — „ $= 66{,}7$		$x = 20$ — „ $= 2{,}04$
$x = 300$ — „ $= 42{,}9$		$x = 10$ — „ $= 1{,}01$
$x = 200$ — „ $= 25$		

Die technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen über den Bau und die Betriebseinrichtungen der Eisenbahnen schreiben über die Zahl der in die Züge einzustellenden Bremswagen vor:

§ 185. „In jedem Zuge müssen aufser den Bremsen am Tender oder an der Lokomotive so viele kräftig wirkende Bremsvorrichtungen bedient sein, dafs durch die letzteren bei Steigungen der Bahn

bis einschl.	$\frac{1}{500}$	**bei Personenzügen der**	**8. Teil, bei Güterzügen der**	**12. Teil**
„ „	$\frac{1}{300}$	„ „ „	6. „ „ „ „	10. „
„ „	$\frac{1}{200}$	„ „ „	5. „ „ „ „	8. „
„ „	$\frac{1}{100}$	„ „ „	4. „ „ „ „	7. „
„ „	$\frac{1}{60}$	„ „ „	3. „ „ „ „	5. „
„ „	$\frac{1}{40}$	„ „ „	2. „ „ „ „	4. „

der Räderpaare gebremst werden kann.

Es ist zulässig, die Zahl der zu bremsenden Räderpaare nicht nach der Zahl der Achsen im Zuge, sondern in einem ähnlichen Verhältnisse nach der Bruttolast zu bemessen.

Gemischte Züge, welche mit der Geschwindigkeit der Personenzüge fahren, sind hierbei als Personenzüge zu behandeln.

§ 186. Bei Bildung der Züge wird die im § 185 angegebene Anzahl von Bremsen dergestalt eingestellt, dafs hinter der letzten Bremse nicht mehr Achsen gehen, als nach Mafsgabe des Gefälles für eine Bremse bestimmt ist. Bei Neigungen von mehr als 1:200 und über 1000 m Länge soll der letzte Wagen ein bedienter Bremswagen sein.“

Um diese Vorschriften besser mit den von uns gewonnenen Resultaten vergleichen zu können, ist auf Taf. X, Fig. 4, die Anzahl der unter verschiedenen Voraussetzungen einzustellenden Bremsen graphisch dargestellt. — Die Abscissenachse der Figur bezeichnet die Gröfse der Zahl x.

Das Verhältnis der Entfernungen der Linie 1 und der übrigen Linien von der x Achse gibt das Verhältnis $\frac{m}{n}$ der zu bremsenden Achsen zu sämtlichen Achsen und die Entfernung dieser Linien selbst von der x Achse, nach den Mafsstäben 1 und 2 gemessen, die Zahl der Achsen an, von welchen stets eine gebremst werden mufs, da zu diesem Zwecke der Abstand der Linie 1 von der x Achse, nach den Mafsstäben 1 und 2 gemessen, gleich 1 gemacht wurde.

In der Figur ist die linke Hälfte nach dem Mafsstabe 2 gezeichnet, die Entfernungen der Linien 4 und 5 von der x Achse sind also bei Steigungen unter $\frac{1}{100}$ nach dem Mafsstabe 2 und bei solchen über $\frac{1}{100}$ nach dem Mafsstabe 1 abzumessen.

Die nach den Vereinsbestimmungen berechnete Anzahl der Achsen ist für Personenzüge in sämtlichen Steigungen gröfser, als sie unsere Kurve 5 angibt, bleibt dagegen bei Güterzügen mehrfach und bei Personenzügen in der Steigung $\frac{1}{60}$ unter der durch die Kurve 4 bestimmten Zahl.

Es wird allerdings wohl nur äufserst selten in der Praxis der Fall vorkommen, dafs sämtliche bediente Bremswagen eines Zuges von lauter zweiachsigen offenen Güterwagen unbeladen [27]) und alle übrigen Achsen beladen sind und dafs, wenn der Fall doch eintreten sollte, gerade der Reibungskoeffizient zwischen Rad und Schiene so gering ist, wie angenommen wurde, und dafs aufserdem beim Zusammentreffen aller dieser Umstände der Zug in der Maximalsteigung abreifst; es würde daher die Vorsicht als zu weit getrieben erscheinen, wenn man die Zahl der zu bremsenden Achsen für den ganzen Zug nach der Gleichung 20 bestimmen wollte. Anders verhält es sich mit dem Teile des Zuges, welcher sich hinter dem vorletzten Bremswagen befindet. [28])

Es kommt im Betriebe sehr häufig vor, dafs einem Zuge auf einer Station eine Anzahl beladener Wagen angehängt wird, unter welchen sich zufällig kein Bremswagen befindet. Um in einem solchen Falle den Vereinsbestimmungen zu genügen, wird meist noch ein zur Disposition stehender, also unbeladener Bremswagen hinter den Zug geschoben. Die Zahl der beladenen Achsen, welche sich in einem solchen Falle zwischen den beiden letzten Bremswagen befindet, sollte mindestens nach der Formel 21 bestimmt werden, um beim Abreifsen des Zuges auf der Strecke Unglück zu verhüten.

Die Vereinsbestimmungen lassen bei Güterzügen in solchen Fällen in Steigungen über $\frac{1}{100}$ die Einstellung einer viel zu grofsen Zahl von Achsen auf einen Bremswagen zu, wie aus einem Vergleiche der Linien 3 und 4 ersichtlich wird und liegt unseres Erachtens hierin und nicht in schadhaften Bremsen, wie so oft angenommen wird, der Grund, dafs man so häufig von Unglücksfällen hört, welche durch abgerissene Teile von Güterzügen herbeigeführt wurden.

Zum Schlusse dieser Abschweifung von der gestellten Aufgabe mag nochmals hervorgehoben werden, dafs die Berechnung der Anzahl der zu bremsenden Achsen unter der Voraussetzung vorgenommen wurde, dafs der Widerstand der Wagen in der Horizontalen gleich $\frac{P}{1000}(1 + 0{,}04\, v)$ war, dafs der Zug also aus lauter beladenen, zweiachsigen und offenen Güterwagen bestand.

Für unbeladene, offene Güterwagen wird dieser Widerstand bedeutend gröfser, es reduziert sich also die Anzahl der zu bremsenden Achsen. Der gleiche Fall tritt bei bedeckten Güterwagen und Personenzügen ein.

Die Gleichung $x = \frac{P+Q}{Z - PW - QW^1}$ war zur Bestimmung der Steigungsverhältnisse der Bahn aufgestellt. — Für die Flachlandsstrecken mit einer mittleren Steigung von $\frac{1}{5000}$ ergibt dieselbe, wenn

$$P = 1000000 \textbf{ kg}, \qquad Q = 60000 \textbf{ kg},$$

$$PW = \frac{P}{1000}(1 + 0{,}04\, v), \qquad QW^1 = \frac{Q}{1000}(1 + 0{,}0044\, v^2)$$

ist und Z für eine Cylinderfüllung von 25% zu 2738 **kg** angenommen wird, für $v = 18$ **km** pro Stunde,

$PW = 1000(1 + 0{,}04 . 18) = 1720, \quad QW^1 = 60(1 + 0{,}0044 . 18^2) = 806,$ also

$$x = \frac{1060000}{2738 - 1720 - 806} = 5000;$$

für eine Cylinderfüllung von 50% und eine Zuggeschwindigkeit von 13 **km** pro Stunde, wächst Z zu

$$2738\,\frac{13{,}5\,\sqrt{50} - 28}{13{,}5\,\sqrt{25} - 28} = \frac{67{,}5}{39{,}5} . 2738 = 4679$$

und fällt PW auf $1000(1 + 0{,}04 . 13) = 1520$, QW^1 auf $60(12 + 0{,}0044 . 13^2) = 765$; es ist daher

$$x = \frac{1060000}{4679 - 1520 - 765} = 443.$$

---

[27]) Nach den Bestimmungen über die Anordnung der Züge auf der Oberschlesischen Bahn, hat der Zugführer dafür zu sorgen, dafs die Bremsen möglichst gleichmäfsig über den ganzen Zug verteilt und womöglich nur auf beladenen Wagen besetzt werden.

[28]) Ein nicht zu unterschätzender Umstand, welcher für die Vergröfserung der Zahl der zu bremsenden Achsen spricht, liegt noch darin, dafs nicht alle Achsen gleich stark gebremst werden. Wenn man die gebremsten Achsen eines vorbeifahrenden Zuges beobachtet, so findet man nur selten einen Wagen, an welchem alle Achsen festgestellt sind; meist schleift nur eine einzige auf den Schienen, während die übrigen sich noch drehen, wodurch deren Bremsklötze weiter abgenutzt werden, weniger fest zum Anliegen kommen und in ihrer Wirkung erheblich sich vermindern. Die Bremsklötze der festgestellten Achsen verhindern in solchen Fällen ein stärkeres Anziehen der Bremsen. Die benutzten Formeln geben ferner den Widerstand des Zuges für mittlere Verhältnisse, also bei Windstille und in geraden Strecken zu grofs, die Anzahl der einzustellenden Bremswagen unter Umständen demnach noch zu gering an.

Für Cylinderfüllungen von 60 und 75% des Kolbenhubes und bei Geschwindigkeiten von 12 und 10 **km** pro Stunde würden für x die Zahlen 347 und 264 gefunden sein. Wäre das Zuggewicht nicht zu 1000000 **kg** sondern, dem günstigsten Füllungsgrade der Lokomotive von a gleich 35 entsprechend, zu 1447917 **kg** angenommen, so wären die den Füllungen von 50, 60 und 75% und den Geschwindigkeiten von 13, 12 und 10 **km** pro Stunde entsprechenden Steigungen nur zu 935, 628, 445 gefunden.

Die Flachlandsstrecke No. 2 mit einer mittleren Steigung von $\frac{1}{1000}$ sollte bei 25% Cylinderfüllung mit 16 **km** Geschwindigkeit und

bei 50% Füllung mit 12 **km** Geschwindigkeit pro Stunde
„ 60% „ „ 11 „ „ „ „
„ 75% „ „ 9 „ „ „ „

durchfahren werden; die diesen Füllungen entsprechenden Zugkräfte Z betrugen bei der für die betreffende Strecke bestimmten Lokomotive

für 25% Füllung 3593 **kg**	für 60% Füllung 6959 **kg**
„ 50% „ 6140 „	„ 75% „ 8087 „

Für eine Zugstärke von 144 Achsen mit einer Belastung von $P = 1000000$ **kg** und unsere Lokomotive vom Gewichte $Q = 67500$ **kg** wird für:

$v = 16$	$Z = 3593$	$PW = 1640$	$QW^1 = 886$	$x = 1000$
$v = 12$	$Z = 6140$	$PW = 1480$	$QW^1 = 853$	$x = 280$
$v = 11$	$Z = 6959$	$PW = 1440$	$QW^1 = 846$	$x = 228$
$v = 9$	$Z = 8087$	$PW = 1360$	$QW^1 = 834$	$x = 181$.

Hätte man, dem günstigsten Füllungsgrade der Lokomotive in der Flachlandsstrecke No. 1 entsprechend, P zu 1447917 **kg** angenommen; so müfste, um diesen Zug mit der Lokomotive von 67500 **kg** Gewicht in der Steigung von $\frac{1}{1000}$ befördern zu können, ein Füllungsgrad von 35,4% des Kolbenhubes angewandt werden. Bei Füllungsgraden von 50, 60 und 75%, unter gleichzeitiger Ermäfsigung der Geschwindigkeit des Zuges auf 12, 11 und 9 **km** pro Stunde, berechnen sich die entsprechenden Maximalsteigungen der Bahn für P gleich 1447917 **kg** zu 1:428, 1:376 und 1:287.

Die Zahlen zeigen deutlich, wie die zulässigen Maximalsteigungen abnehmen, wenn das Zuggewicht steigt. Schon weiter oben sind die Gründe angeführt, wegen derer es zu vermeiden ist, die Maximalsteigungen nach höheren Leistungen der Lokomotive, als bei 50% des Hubes eintreten, zu berechnen.

Wenn ein unverhältnismäfsiges Wachsen der Baukosten eine Überschreitung der für 50% Cylinderfüllung berechneten Maximalsteigungen nötig macht, so dürfen nur auf der ersten Strecke stärkere Steigungen bei einer gleichzeitigen kräftigeren Konstruktion der Lokomotive eingelegt werden.

In der zweiten Strecke bedingen die schärferen Steigungen eine Ermäfsigung der Zugstärke oder die Verwendung von Lokomotiven mit mehr als drei gekuppelten Achsen.

Auch die schwereren Lokomotiven in den Flachlandsstrecken verteuern den Betrieb, da sie zum Durchfahren der mittleren Steigung ein geringeres Füllungsverhältnis, als $a = 25$ nötig machen, also eine unvorteilhafte Ausnutzung der Dampfkraft bedingen.

Aufserdem erhöht die schwere Lokomotive die Unterhaltungskosten des Bahnoberbaues.

Ein sicheres Urteil über die noch zulässigen Steigungsverhältnisse der Strecke No. 2 kann nur gewonnen werden, wenn die Steigungen der Gebirgsstrecke und die Kosten, welche deren Innehaltung verursacht, berechnet, und mit denen der übrigen Strecken verglichen werden. Es müssen die Baukosten und die Betriebskosten für alle drei Strecken, welche sich unter den verschiedenen Voraussetzungen, unter welchen sie traciert sind, ergeben, miteinander kombiniert und verglichen werden, um die bauwürdigsten Linien zu finden. Die Daten, aus welchen die vorteilhafteste Zuggeschwindigkeit abgeleitet wurde, sind zur Bestimmung der Betriebskosten, wie das am Schlusse dieser Abhandlung gezeigt werden soll, zu benutzen. — Aus der Gleichung 19:

$$x = \frac{P+Q}{Z-PW-QW^1}$$

ergibt sich das Verhältnis der mittleren Steigung x zu der stärksten Steigung x^1 einer Strecke zu

$$\frac{x}{x^1} = \frac{Z' - PW'' - QW'''}{Z - PW - QW^1}, \quad \ldots \quad 23.$$

wenn Z, PW und QW^1 die Zugkraft und die Zugwiderstände in der mittleren und Z', PW'' und QW''' Zugkraft und Zugwiderstände in der stärksten Steigung bezeichnen.

Für die Lokomotive im Gewichte von 67 500 kg der Flachlandsstrecke No. 2 war $x = 1000$ $Z = 3593$ bei 25 % Füllung, $PW = \frac{P}{1000}(1 + 0{,}04 . 16)$, $QW' = 67{,}5(12 + 0{,}0044 . 16^2)$ in der mittleren Steigung und $Z' = 6140$ kg bei 50 % Füllung, $PW'' = \frac{P}{1000}(1 + 0{,}04 . 12)$, $QW''' = 67{,}5(12 + 0{,}0044 . 12^2)$ in der Maximalsteigung x^1, wenn diese mit 50 % Cylinderfüllung und einer Geschwindigkeit von 12 km pro Stunde durchfahren werden sollte.

Nach Einschaltung dieser Werte in die Gleichung 25 wird

$$\frac{x}{x^1} = \frac{6140 - \frac{P}{1000}(1 + 0{,}04 . 12) - 67{,}5\,(12 + 0{,}0044 . 12^2)}{3593 - \frac{P}{1000}(1 + 0{,}04 . 16) - 67{,}5\,(12 + 0{,}0044 . 16^2)} .$$

Aus der Gleichung

$$Z = \frac{P}{1000}\left(1 + 0{,}04\,v + \frac{1000}{x}\right) + \frac{Q}{1000}\left(12 + 0{,}0044\,v^2 + \frac{1000}{x}\right)$$

ergibt sich

$$P = \frac{Z - \frac{Q}{1000}\left(12 + 0{,}0044\,v^2 + \frac{1000}{x}\right)}{1 + 0{,}04\,v + \frac{1000}{x}}\,1000 . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 24.$$

Werden in diese Gleichung für Z, R und v die Zahlen 3593, 67 500 und 16 eingeführt, so erhält man für P den Ausdruck

$$P = \frac{3593 - 886 - \frac{67500}{x}}{1{,}64 + \frac{1000}{x}} . 1000 .$$

Die Zahl P gibt das Zuggewicht (ohne Lokomotive und Tender) in Kilogramm an, welches in der Steigung $\frac{1}{x}$ durch unsere Lokomotive bei 16 km Geschwindigkeit mit 25 % Cylinderfüllung befördert werden kann.

Wird dieses Gewicht P für verschiedene Werte von x ausgerechnet und in den Ausdruck für $\frac{x}{x^1}$ eingeschaltet, so können die Maximalsteigungen berechnet werden.

Die Formel für $\frac{x}{x^1}$ ergibt

$$x^1 = \frac{x\left(3593 - \frac{P}{1000}(1 + 0{,}04 . 16) - 67{,}5\,(12 + 0{,}0044 . 16^2)\right)}{6140\,\frac{P}{1000}(1 + 0{,}04 . 12) - 67{,}5\,(12 + 0{,}0044 . 12^2)} = \frac{\left(2707 - \frac{P}{1000} . 1{,}64\right)}{5287 - \frac{P}{1000} . 1{,}48} . x .$$

Die beiden Gleichungen für P und x^1 ergeben, wenn für x verschiedene Werte eingesetzt werden:

für x	P zu	und x¹ zu	für x	P zu	und x¹ zu
24,9	0	12,7	400	613 000	155
50	62 700	25,1	500	707 000	182
100	175 000	48,1	700	850 000	228
150	272 000	69,5	1000	1 000 000	280
200	358 000	89,4	∞	1 650 000	604
300	495 000	125			

Ist für einen Personenzug $v = 60$; $v^1 = 45$ km; $Q = 55000$; $QW^1 = 55\,(8 + 0{,}0044 . 60^2)$;

$$PW = \frac{P}{1000}(1{,}5 + 0{,}076 . 60), \text{ ist } Z = 2340 \text{ und } Z^1 = 4000$$

$$QW''' = 55\,(8 + 0{,}0044 . 45^2) \text{ und } PW'' = \frac{P}{1000}(8 + 0{,}076 . 45), \text{ so wird}$$

$$\frac{P}{1000} = \frac{2340 - 55\left(8 + 0{,}0044 . 60^2 + \frac{1000}{x}\right)}{1{,}5 + 0{,}076 . 60 + \frac{1000}{x}} = \frac{1029 - \frac{1000}{x}}{6{,}06 + \frac{1000}{x}} \text{ und}$$

$$x^1 = \frac{\left(2340 - \frac{P}{1000}(1{,}5 + 0{,}067 . 60) - 55\,(8 + 0{,}0044 . 60^2)\right)x}{4000 - \frac{P}{1000}(1{,}5 + 0{,}067 . 45) - 55\,(8 + 0{,}0044 . 45^2)} = x\,\frac{1029 . \frac{6{,}06\,P}{1000}}{3070 . \frac{4{,}515\,P}{1000}} .$$

Werden wieder für verschiedene Werte von x die Zuggewichte P ausgerechnet und in die Gleichung für x^1 eingesetzt, so wird, wenn:

x =	P =	und x¹ =	x =	P =	und x¹ =
53,4	0	17,9	400	120 000	47,8
100	63 400	23,2	500	127 000	52,0
150	80 300	30,0	700	137 000	56,8
200	92 600	35,3	1000	146 000	59,8
300	109 000	42,9	∞	170 000	68,1

Die letzten Werte von $x^1 = 604$ der vorigen und 68,1 der letzten Tabelle für $x = \infty$ wurden nach der Formel $$x = \frac{P + Q}{Z - P W - Q W^1}$$ bestimmt.

Auf Taf. IX, Fig. 2 sind die Resultate der Rechnung graphisch aufgetragen.

Für den Güterzug ist das Gewicht eines Zuges, wenn nach dem Mafsstabe 1 auf der x-Achse die mittlere Steigung der Bahn abgetragen wird, gleich der zugehörigen Ordinate der Kurve 1 nach dem Mafsstabe für P; die Ordinate der Kurve 2 gibt, nach dem Mafsstabe für x gemessen, die betreffende Maximalsteigung an.

Die Kurven 3 und 4 ergeben auf die gleiche Weise das Gewicht eines Personenzuges und die noch zulässigen Maximalsteigungen für verschiedene Werte von x. Die Kurven zeigen wieder deutlich, dafs das Verhältnis der mittleren zu den Maximalsteigungen einer Bahn nach dem Güterverkehre zu bemessen ist und dafs für rasch fahrende Züge die durch Reibungswiderstände etc. absorbierten Zugkräfte so erheblich sind, dafs die Steigung der Bahn nur eine verhältnismäfsig unbedeutende Rolle spielt. Die zur Bestimmung von x^1 aufgestellten Gleichungen bestätigen aufserdem noch das schon oben gefundene Resultat, dafs die Maximalsteigung einer Bahn im Verhältnisse zu der mittleren um so stärker werden darf, je gröfser der Zugwiderstand $\frac{P}{1000}(A + B v)$ ist, je gröfser die Koeffizenten A und B, je schlechter also Bahn und Fahrzeuge konstruiert und unterhalten sind.

Das dem vorteilhaftesten Füllungsgrade von $a = 35$ in der Flachlandsstrecke No. 1 entsprechende Zuggewicht P betrug rund 1 448 000 kg. Wird dieses Gewicht auch in der Flachlandsstrecke No. 2 beibehalten, so verlangt es in der mittleren Steigung von $x = 1000$ eine Zugkraft, welche bei einer Geschwindigkeit von $v = 15$, inkl. der zur eigenen Bewegung der Lokomotive nötigen Kraft gleich

$$\frac{1448000}{1000}\left(1 + 0{,}04 . 15 + \frac{1000}{1000}\right) + \frac{67500}{1000}\left(12 + 0{,}0044 . 15 + \frac{1000}{1000}\right) = 4715 \text{ kg}$$

ist und eine Cylinderfüllung von $a = 35$ bedingt. Wird a auf 50, 60 und 75 erhöht und zugleich v auf 12, 11 und 9 km verringert, so berechnet sich die zulässige Steigung zu $x = 428{,}376$ und 287.

Die Bestimmung der Steigungsverhältnisse der Gebirgsstrecke soll nach dem Programme unter der Voraussetzung einer Teilung der Züge und unter Beibehaltung der Lokomotiven der Flachlandsstrecke No. 2 geschehen.

Es mögen die Steigungen wieder für die zwei Fälle berechnet werden, dafs einmal der angebrachte Zug ohne Lokomotive 1 000 000 kg und zweitens, dem günstigsten Füllungsgrade von 35 % der Lokomotive in der Flachlandsstrecke No. 1 entsprechend, rund 1 448 000 kg wiege. Das Gewicht des geteilten Zuges im Gebirge beträgt in dem einen Falle $\frac{1000000}{2} = 500000$ kg und in dem anderen $\frac{1448000}{2} = 724000$ kg. Lokomotive und Tender, letzterer bei mittlerer Füllung, wogen 67 500 kg und berechnete sich die Zugkraft der Lokomotive für

25 % Füllung zu 3593 kg	60 % Füllung zu 6959 kg
50 % „ „ 6140 kg	75 % „ „ 8087 kg.

Soll die Lokomotive in der mittleren Steigung unter den günstigsten Bedingungen arbeiten, so ist diese so zu bemessen, dafs das Verhältnis der auf den eigentlichen Zug übertragenen Zugkraft zum Dampfverbrauche der Lokomotive ein Maximum wird. Dieselbe ist also bei der gegebenen Zugstärke und Geschwindigkeit dem Füllungsgrade anzupassen, welche sich aus der Formel 3ª:

$$a = 17{,}2225 + 122{,}84 \frac{W}{Z} + 219{,}04 \frac{W^2}{Z^2}$$

ergibt. Die Zugkraft Z dieser Formel 3ª, welche die Lokomotive bei $a = 100$ entwickelt, ist gleich

$$\frac{13{,}5 \sqrt{100} - 28}{13{,}5 \sqrt{25} - 28} . 3593 = 9733 \text{ kg}.$$

Nicht so einfach ist die Bestimmung der Gröfse W, also des Eigenwiderstandes der Lokomotive, da dieser mit von der noch unbekannten mittleren Steigung abhängt. Ist diese Steigung gleich x, so wird

$$W = \frac{67500}{1000}\left(12 + 0{,}0044 \,.\, 15^2 + \frac{1000}{x}\right).$$

Die Zugkraft der Lokomotive beträgt bei dem zu suchenden günstigsten Füllungsgrade a

$$\frac{13{,}5\sqrt{a} - 28}{13{,}5\sqrt{25} - 28} \,.\, 3593,$$

dieselbe mufs gleich der Summe der widerstehenden Kräfte, also gleich

$$\frac{500000}{1000}\left(1 + 0{,}04 \,.\, 15 + \frac{1000}{x}\right) + \frac{67500}{1000}\left(12 + 0{,}0044 \,.\, 15^2 + \frac{1000}{x}\right)$$

sein, wenn die Geschwindigkeit des Zuges zu 15 km angenommen wird.

Durch Kombination dieser Gleichungen berechnet man den vorteilhaftesten Füllungsgrad für den Zug von $P = 500000$ **kg** zu $a = 36$, es wird dabei die Zugkraft gleich 4846 **kg** und die mittlere Steigung gleich 1 : 171.

Auf gleiche Weise bestimmt man den zur Beförderung des Zuges von $P = 724000$ **kg** vorteilhaftesten Füllungsgrad a der Cylinder zu 34, die entsprechende Zugkraft zu 4603 **kg** und die Steigung zu 308. Die Rechnung zeigt wieder, dafs die mittlere Steigung auf der Gebirgsstrecke im Verhältnis zu der angrenzenden Flachlandsstrecke um so geringer ausfällt, je gröfser die Zugstärken werden.

Bezeichnet in der Gleichung 18:

$$x = \frac{P + Q}{Z - \frac{P}{1000}(1 + 0{,}04\,v) - \frac{Q}{1000}(12 + 0{,}0044\,v^2)}$$

x die Steigung, Z die entsprechende Zugkraft und v die desgl. Geschwindigkeit eines Zuges vom Gewichte P der Flachlandsstrecke und verstärkt man die Zugkraft Z auf Z^1 im Gebirge, während zugleich v auf v^1 und x auf x^1 und P auf $\frac{P}{2}$ ermäfsigt wird, so ist

$$x^1 = \frac{\frac{P}{1000} + Q}{Z^1 - \frac{P}{1000}(0{,}5 + 0{,}02 \,.\, v^1) - \frac{Q}{1000}(12 + 0{,}0044\,v^2)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 25.$$

und

$$\frac{x}{x^1} = \frac{(P + Q)\left(Z^1 - \frac{P}{1000}(0{,}5 + 0{,}02\,v) - \frac{Q}{1000}(12 + 0{,}0044\,v^2)\right)}{\left(\frac{P}{2} + Q\right)\left(Z - \frac{P}{1000}(1 + 0{,}04\,v) - \frac{Q}{1000}(12 + 0{,}0044\,v^2)\right)} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 26.$$

gleich dem Verhältnisse der Steigungen der Gebirgs- und angrenzenden Flachlandsstrecken, wenn in ersterer die angebrachten Züge halbiert werden.

Da kein Grund vorliegt, die Maximalsteigungen im Gebirge und der angrenzenden Flachlandsstrecke mit verschiedenen Geschwindigkeiten oder Cylinderfüllungen zu überwinden, so erhält man das Verhältnis beider zu einander, wenn man in der letzten Gleichung $Z = Z^1$ und $V = V^1$ macht. Es wird dadurch

$$\frac{x}{x^1} = \frac{2(P + Q)\left(Z - \frac{P}{2000}(1 + 0{,}04\,v) - \frac{Q}{1000}(12 + 0{,}0044\,v^2)\right)}{(P + 2Q)\left(Z - \frac{P}{1000}(1 + 0{,}04\,v) - \frac{Q}{1000}(12 + 0{,}0044\,v^2)\right)}.$$

Setzt man in diese Gleichung für Z den Wert

$$\frac{P}{1000}\left(1 + 0{,}04\,v + \frac{1000}{x}\right) + \frac{Q}{1000}\left(12 + 0{,}0044\,v^2 + \frac{1000}{x}\right)$$

ein, so wird

$$\frac{x}{x^1} = \frac{2(P + Q)\left(\frac{P+Q}{x} + \frac{P}{2000}(1 + 0{,}04\,v)\right)}{(P + 2Q)\,\frac{P+Q}{x}} = \frac{2000\,P + 2000\,Q + Px(1 + 0{,}04\,v)}{1000\,P + 2000\,Q} \quad \text{und}$$

$$x^1 = \frac{(1000\,P + 2000\,Q)\,x}{2000\,P + 2000\,Q + Px(1 + 0{,}04\,v)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 27.$$

Wird, um die Formel allgemeiner zu halten, für den Koeffizienten $1 + 0{,}004\,v$, welcher dem Widerstande der Wagen in den Horizontalen entsprach, der Wert $A + Bv$ eingeführt, so ist

$$x^1 = \frac{(1000\,P + 2000\,Q)\,x}{2000\,P + 2000\,Q + Px(A + Bv)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 28,$$

Die Gleichung 28 zeigt deutlich die Beziehungen, welche zwischen den Steigungen der Gebirgsstrecke und der angrenzenden Flachlandstrecke stattfinden, wenn die Geschwindigkeiten und Zugkräfte auf beiden gleich angenommen werden.

In dem Ausdrucke für x^1 ist der Widerstand der Lokomotive nicht mit enthalten, es ist also ohne Einfluſs auf die Bestimmung von x^1, wenn die Steigungsverhältnisse der angrenzenden Strecken festgestellt sind, ob die für den Widerstand, welchen die Lokomotive ihrer eigenen Bewegung in der Horizontalen entgegensetzt, angenommenen Zahlen richtig sind, oder nicht.

Werden die Gröſsen Q und $A + Bv$ in der Gleichung 28 gleich Null gesetzt, wird also das Gewicht der Lokomotive vernachlässigt und angenommen, daſs Bahn und Fahrzeuge so gut im stande sind, daſs der Widerstand in der Horizontalen gleich Null ist, so ist $x^1 = \frac{x}{2}$, es darf also unter den gemachten Voraussetzungen die Steigung im Gebirge einfach, gegen die der angrenzenden Flachlandsstrecke, verdoppelt werden.

Vernachlässigt man nur das Gewicht der Lokomotive allein, so nimmt die Gleichung 28 die Form

$$x^1 = \frac{1000\,P.\,x}{2000\,P + P.\,x\,(A + Bv)} = \frac{1000\,x}{2000 + x\,(A + Bv)} \text{ an.}$$

Die Formel zeigt, daſs das Verhältnis von x^1 zu x um so verschiedener wird, je gröſser der Koeffizient $A + Bv$ ausfällt, daſs also leere Wagenzüge, Personenzüge und solche, welche viel bedeckte Güterwagen führen, schärfere Steigungen im Verhältnisse zu den angrenzenden Flachlandsstrecken zulassen, als Züge, welche aus schwer beladenen offenen Güterwagen bestehen.

Ferner dürfen auf schlechter unterhaltenen Bahnen II. Klasse und auf sekundären Bahnen stärkere Steigungen angewandt werden, als auf Hauptbahnen.

Wird in der Gleichung 28 das Gewicht P des Zuges gleich Null gesetzt, so ist $x^1 = x$, es sind also im Gebirge und der Flachlandsstrecke für leer fahrende Lokomotiven gleiche Steigungen anzuordnen.

Mit dem Gewichte von P, dem Lokomotivgewichte gegenüber, nimmt die Steigung im Gebirge wieder zu und wird endlich, wie wir gefunden haben, gleich

$$\frac{1000\,x}{2000 + x\,(A + B\,.\,v)},$$

wenn das Zuggewicht im Verhältnisse zum Lokomotivgewichte unendlich groſs ist.

Für $x = \infty$ geht letzterer Wert in $\frac{1000}{A + B\,.\,v}$ über, liegt also die Flachlandsstrecke horizontal und ist das Gewicht des Zuges auf der Gebirgsbahn dem der Lokomotive gegenüber sehr bedeutend, so darf bei einer Teilung des Zuges die mittlere Steigung in der letzteren gleich der Zahl 1000, geteilt durch die in Kilogrammen ausgedrückte Kraft sein, welche zur Fortbewegung von 1000 kg Wagengewicht in der Flachlandsstrecke erforderlich ist.

Für beladene offene Güterwagen war $A + Bv$ gleich $1 + 0{,}04\,v$, es ist also nach der Gleichung $x^1 = \frac{1000}{A + Bv}$ für:

$v = 10 - x = 714$	$v = 25 - x = 400$	$v = 40 - x = 250$
$v = 15 - x = 625$	$v = 30 - x = 333$	$v = 45 - x = 222$
$v = 20 - x = 500$	$v = 35 - x = 286$	$v = 50 - x = 200.$

Um die Abhängigkeit der Steigungen im Gebirge und der angrenzenden Flachlandsstrecke von einander bei verschiedenen Zuggewichten deutlich zu erkennen, ist dieselbe auf Taf. X in Fig. 1 graphisch dargestellt. Bei der Kurve No. 1 der Fig. 1 ist angenommen, daſs in der Gleichung 28:

$$x^1 = \frac{(1000\,P + 2000\,Q)\,x}{2000\,P + 2000\,Q + Px\,(A + Bv)},$$

$x = 300$ und $Q = 67\,500$, also konstant, dagegen P und x^1 variabel sind.

Trägt man das Gewicht P des Zuges auf der x-Achse ab, so gibt die zugehörige Ordinate den Wert von x^1, also der Länge der Bahnstrecke z. B. in Metern an, in welcher diese um 1 m steigt. Die Geschwindigkeit des Zuges ist in der Rechnung zu $12\,^1/_2$ km pro Stunde und die Koeffizienten $A + B$ sind zu 1 und 0,04 angenommen.

In der Kurve 2 der Fig. 1, Taf. X, sind die Gewichte des Zuges und der Lokomotive als konstant und gleich 1000000 und 67500 kg angenommen, dagegen die Steigungen variabel gedacht. Das Verhältnis der Abscissen zu den Ordinaten der Kurve ergibt das Verhältnis der Steigungen in der Flachlandstrecke und im Gebirge.

Nehmen wir die Koeffizienten A zu 1,5 und B zu 0,076 an, so ist

$$x^1 = \frac{1000 \,.\, (90000 + 110000)}{1000 \,.\, 180000 + 110000) + 90000\,(1{,}5 + 0{,}076 \,.\, 60)\, x} = \frac{20000 \,.\, x}{29000 + 54{,}54 \,.\, x}.$$

Die Linie 3, Fig. 1, Taf. X zeigt die betreffende Kurve.

Ein Vergleich der Kurven 2 und 3 zeigt, dafs bei stärkeren Steigungen als $\frac{1}{300}$ in der Flachlandsstrecke der Güterzug und bei flacheren Steigungen, der Personenzug die schärfsten Steigungen auf der Gebirgsstrecke zuläfst.

Die Koeffizienten $A + Bv$ fallen eigentlich für den Personenzug noch etwas gröfser aus, als angenommen, auch hätte ihnen eigentlich noch ein drittes Glied für den Einflufs des Luftwiderstandes mit Cv^2 zugefügt werden müssen, dasselbe ist von uns vernachlässigt, da der Windkopfdruck zum gröfsten Teile durch die Lokomotive mit dem grofsen Schutzdache aufgefangen wird und der Windseitendruck hier nur soweit in Frage kommt, als der Wind zwischen die Wagen bläst und den Windkopfdruck vergröfsert. Der Windkopfdruck der Lokomotive fällt in unserer Formel, ebenso wie der Ausdruck für den Widerstand der Lokomotive in der Horizontalen, fort. Die mittlere, dem günstigsten Füllungsgrad unserer Lokomotive vom Gewichte 67500 **kg** entsprechende Steigung im Gebirge betrug 1 : 171 bei einer Zugstärke von P gleich 500000 **kg** für a gleich 36% und Z gleich 4846 und wurde für P gleich 724000 **kg**, a gleich 34% und Z gleich 4603 gleich 1 : 308.

Wird die Cylinderfüllung auf 50, 60 und 75% des Kolbenhubes in den Maximalsteigungen erhöht, so wird Z gleich 6140, 6959 und 8087 und daher

$$x^1 = \frac{P + Q}{Z - \frac{P}{1000}(1 + 0{,}04\, v) - \frac{Q}{1000}(12 + 0{,}0044\, v^2)}$$

für $Z = 6140$, $v = 12$, $P = 500000$, $a = 50\%$ und $Q = 67000$ **kg** ist $x^1 = 125$
„ $Z = 6959$, $v = 11$, $P = 500000$, $a = 60\%$ „ $Q = 67500$ **kg** „ $x^1 = 105$
„ $Z = 8087$, $v = 9$, $P = 500000$, $a = 75\%$ „ $Q = 67500$ **kg** „ $x^1 = 86$.

Erhöhen wir, der günstigsten Cylinderfüllung in der Flachlandsstrecke entsprechend, das Zuggewicht P auf 724000 **kg**, so wird, unter Beibehaltung der oben eingesetzten Werte für v, Q und Z, für a gleich 50, 60 und 75% x^1 gleich 188, 156 und 126.

Werden die Steigungen in den drei Strecken zusammengestellt, so ist in der Flachlandsstrecke No. 1, wenn Q gleich 60000 **kg** wird, bei

P gleich	x	wenn $a = 50$ und $v = 13$ x	wenn $a = 60$ und $v = 12$ x	wenn $a = 75$ und $v = 10$ x
1000000	wenn $a = 25$ und $v = 18$ 5000	443	247	264
1447917 **kg**	wenn $a = 35$ und $v = 18$ 5000	935	628	445

In der Flachlandsstrecke No. 2 war Q gleich 67500 **kg**, es wird für

P gleich	x	wenn $a = 50$ und $v = 12$ x	wenn $a = 60$ und $v = 11$ x	wenn $a = 75$ und $v = 9$ x
1000000	wenn $a = 25$ und $v = 16$ 1000	280	228	181
1447917 **kg**	wenn $a = 35$ und $v = 15$ 1000	428	376	287

Und in der Gebirgsstrecke, Q gleich 67500 **kg**, für

P gleich	x	wenn $a = 50$ und $v = 12$ x	wenn $a = 60$ und $v = 11$ x	wenn $a = 75$ und $v = 9$ x
500000	wenn $a = 36$ und $v = 16$ 171	125	105	86
724000 **kg**	wenn $a = 34$ und $v = 16$ 308	188	156	126

Von der Bestimmung der Länge der Steigungen abgesehen, welche mit Hülfe eines Anlaufs überwunden werden sollen, bleibt noch die Beantwortung der Frage übrig, wie lang die Steigungen, welche mit Cylinderfüllungen von etwa 50% des Kolbenhubes überwunden werden sollen, gemacht werden dürfen und an welchen Stellen der Bahn sie am wenigsten schaden.

Sind einzelne scharfe Steigungen zwischen zwei Nachbarstationen nicht zu vermeiden, so ist der Übergang aus der einen in die andere auf eine längere Strecke zu vermitteln.

Der schärferen Steigung entsprach eine gröfsere Cylinderfüllung und diese bedingte, um die Dampfproduktionsfähigkeit des Kessels nicht zu überschreiten, eine verminderte Zuggeschwindigkeit. Diese geringere Geschwindigkeit wird erst nach einiger Zeit eintreten, man darf also die Cylinderfüllung nur nach und nach vergröfsern. Bei einem unvermittelten Übergange einer Steigung in eine stärkere würde man also einen Teil der letzteren nicht mit der entsprechenden Cylinderfüllung durchfahren, die Leistungsfähigkeit der Lokomotive also auch nicht gehörig ausnutzen können.

Scharfe Steigungen sind nicht in den Anfang einer Strecke zu verlegen, weil dort die Lokomotive durch das Ingangbringen des Zuges schon lebendige Kraft ansammeln mufs. Ein anderer Grund, welcher gegen die Verlegung scharfer Steigungen in den Anfang einer Strecke spricht, ist folgender. Wird die Lokomotive vor den Zug gespannt, so geht sie einer erheblich stärkeren Leistung entgegen. Das frisch angebrannte Feuer hatte die nötige Dampfspannung nach und nach hervorgebracht, die Arbeit und der Brennmaterialverbrauch waren verhältnismäfsig in der letzten Zeit gering, da nur der durch die Ventile entweichende Teil des Dampfes nach eingetretener Maximalspannung zu ersetzen war. Die Leistung wurde durch ein verhältnismäfsig wenig durchgebranntes und wenig helles Feuer erreicht.

Nach der Abfahrt des Zuges steigert sich der Dampfverbrauch bedeutend und mufs sich gleichzeitig die Temperatur des Feuerungsmaterials gegen früher erhöhen.

Es wird also beim Beginne der Fahrt nicht nur die Erzeugung des nötigen Dampfes zur Bewegung und Ingangbringung des Zuges, sondern auch die Steigerung der eigenen Temperatur von dem Brennmateriale verlangt.

Ein weiterer grofser Übelstand, den die Verlegung der stärksten Steigung in den Anfang der Strecke im Gefolge hat, ist der, dafs sie bei der Thalfahrt ein langsames und vorsichtiges Einfahren in den Bahnhof sehr erschwert.[29])

Gegen das Verlegen der stärksten Steigung in das Ende der Fahrt[30]) spricht der Umstand, dafs bei dieser Anordnung die Lokomotive kurz vor dem Einlaufen in den Bahnhof stark arbeiten, also auch ein starkes Feuer haben mufs; dieses starke Feuer produziert beim Stillstehen der Lokomotive noch eine Zeit lang viel Dampf, welcher nutzlos durch die Ventile entweicht. Man kann diesen Übelstand teilweise dadurch beseitigen, dafs man beim Einfahren in den Bahnhof die Pumpen anstellt. Für das Verlegen der stärksten Steigungen in das Ende der Fahrt sprechen manche Gründe.

Am Ende der Fahrt hat die Lokomotive einen Teil ihres Kohlen- und Wasservorrats verbraucht, bei einer dreifach gekuppelten Lokomotive von den üblichen Dimensionen beispielsweise auf einer Strecke von 15 km mit $\frac{1}{100}$ Steigung circa 5000 kg. Dieses Gewicht ist also auch nicht mehr zu ziehen und ist damit die nötige Zugkraft entsprechend kleiner geworden.[31])

Liegt die stärkste Steigung am Ende der Bahn vor dem nächsten Bahnhofe, so vermindert sich auf derselben noch die Geschwindigkeit des Zuges auch ohne Anwendung von Bremsen, es braucht durch diese also nicht die vorhin mühsam zur Erreichung dieser Geschwindigkeit aufgespeicherte Arbeit vernichtet zu werden.

Die meisten Führer sehen es gern, wenn bei andauernden starken Steigungen einzelne, kurze horizontale Strecken eingelegt werden, selbst auf Kosten späterer stärkerer Steigungen; sie behaupten,

---

[29]) Man legt die Stationen gern so an, dafs die Bahn nach beiden Seiten hin im Gefälle liegt, weil hierdurch sowohl das Anhalten der ankommenden, als auch das Ingangbringen der abfahrenden Züge sehr erleichtert wird. Diese Einrichtung hat jedoch Übelstände im Gefolge, bei Bahnhöfen mit lebhaftem Verkehre, aber beschränkter Ausdehnung, vor denen also oft Züge halten und auf das Einfahrsignal warten müssen. Ein in der Steigung haltender Zug reifst beim Anziehen leicht ab, das stehengebliebene Stück versperrt den nachfolgenden Zügen die Einfahrt und gibt bei dunklem und schlechtem Wetter leicht Anlafs zu Zusammenstöfsen.

[30]) Wir haben mit dem Ausdruck „Ende der Fahrt" nur immer die Fahrt zwischen Nachbarstationen im Auge und nicht etwa die ganze Strecke, welche der Zug, ohne eine andere Lokomotive zu bekommen, durchläuft.

[31]) Wurde zur Beförderung des Zuges eine Tenderlokomotive benutzt, so ist das adhärierende Gewicht derselben um die gleiche Gröfse kleiner geworden, es tritt also dann leicht der Fall ein, dafs es zur Beförderung des Zuges auf der dort angebrachten stärksten Steigung nicht mehr genügt.

dafs ihnen durch dieselben die Mäfsigung der gröfsten Geschwindigkeit der Züge bei Thalfahrten erleichtert werde und dafs solche Horizontalen ihnen Gelegenheit geben, bei der Bergfahrt den Zug ordentlich in Schwung zu bringen.

Mag man über diese Ansichten denken wie man will, den Nutzen haben solche Horizontalen jedenfalls für den Führer, dafs die schwächeren Anforderungen, die sie an die Zugkraft der Maschine stellen, ihm Gelegenheit geben, das Feuer zu beschicken und den Kessel mit Wasser zu versorgen.

Die Länge der Steigung, welche eine Lokomotive ohne Zwischenstation durchfahren kann, hängt von mancherlei Umständen ab; selbstverständlich kann sie nie gröfser sein, als der Wasser- und Kohlenvorrat des Tenders reicht. Folgende Betrachtungen lassen es wünschenswert erscheinen, diese Längen möglichst klein zu machen.

Der Führer pflegt vor Antritt der Bergfahrt den Wasserstand im Kessel auf das höchste zulässige Mafs zu bringen, dieselbe dagegen mit dem niedrigsten zulässigen Wasserstande zu beenden. Die Differenz der diesen Wasserständen entsprechenden Wassermengen beträgt circa $^5/_4$ cbm. Dieses Wasser braucht während der Fahrt weniger in den Kessel gepumpt zu werden, als er während derselben verdampft, der Führer gewinnt daher sowohl die Arbeit, welche das Pumpen des Wassers in den Kessel erfordert, als auch die zur Erhitzung desselben nötige Wärme. Die in der Zeiteinheit während der Fahrt in den Kessel zu pumpende Wassermenge wird um so geringer, je kürzer die zu durchfahrende Strecke ist und wird endlich gleich 0, wenn dieselbe nur 3—4 km beträgt.

Je mehr die Lokomotive arbeitet, um so stärker drücken die Kuppelstangen auf die Zapfen, die Gleitschuhe gegen die Schlitten etc., es sind daher diese Teile um so sorgfältiger und reichlicher mit Öl zu versehen, damit sie nicht warm laufen. Dieses Öl wird nach und nach verbraucht und kann an den meisten Stellen der Maschine nicht während der Fahrt ersetzt werden, es resultiert aus diesem Umstande ein weiterer Grund, die Längen der Steigungen nicht zu weit auszudehnen. Ist der Zug nicht mehr weit von der Station entfernt, so kann der Führer bei den meisten kleinen Defekten der Lokomotive es wagen, diese zu erreichen, ohne den Zug vorher halten zu lassen; ist die Entfernung grofs, so mufs er halten, um den Defekt nach Möglichkeit zu beseitigen. Dieses Anhalten der Züge auf der Strecke ist stets mit Gefahren für den Betrieb verbunden, dieselben vergröfsern sich erheblich in der Steigung, da dort beim Anfahren der Zug viel leichter reifst. Mit der Entfernung der Nachbarstationen von einander nimmt die Wahrscheinlichkeit zu, dafs ein Halten zwischen denselben nötig werde.

Die wichtigste Frage zur Bestimmung der Entfernung der Stationen von einander ist die: „Wie lange ist die Lokomotive im stande, den zum Durchfahren derselben nötigen Dampf zu liefern?"

Ist die Kohle arm an Stücken, so werden bei starker Cylinderfüllung sehr viele, teils halb-, teils gar nicht verbrannte Kohlenteilchen durch den heftigen Luftzug, welchen der reichliche und unter grofsem Drucke entweichende Dampf hervorbringt, mit durch die Siederohre und in die Rauchkammer gerissen. Ist die Rauchkammer nicht gut luftdicht verschlossen, so geraten diese Kohlenteile in derselben in Brand, glühen sie aus und veranlassen ein vermehrtes Ziehen der Rauchkammerthür. Fangen die Kohlenteile nicht in der Rauchkammer an zu brennen, so füllen sie dieselbe doch bald an, verdecken die unteren Rohre und verringern so die wirksame Heizfläche. Selbst bei guten Kohlen mufs der Führer, wenn er nach einer längeren Steigung auf der Station ankommt, die Rauchkammer von übergerissenen Kohlenteilen reinigen.

Bildet die Kohle zugleich viel Schlacken, die sich auf dem Roste festsetzen und die Zwischenräume verstopfen, so ist sie zu Bergfahrten gänzlich ungeeignet.

Wir halten die zuletzt geschilderten Übelstände, das Überreifsen kleiner Kohlenteile in die Rauchkammer und die Schlackenbildung der Kohle, für Hauptgründe, welche die Anwendung von starken Steigungen auf Strecken von mehr als 15 km verbieten.

Ist nach Obigem die Güte der zur Verfügung stehenden Kohlensorten für die Bestimmung der Länge der zu durchfahrenden Steigung mit mafsgebend, so ist sie gleichfalls auf die Bestimmung der Stellen für etwa einzulegende Maximalsteigungen von grofsem Einflusse.

Wurden schon kleinere Kohlenstücke in der mittleren Steigung in die Rauchkammer übergerissen, so wird das auf den Maximalsteigungen, welche mit hoher Cylinderfüllung durchfahren werden, noch weit mehr der Fall sein. Würden bei mittelmäfsigen Kohlen diese Steigungen in die erste Hälfte des Weges verlegt, so müfste die ganze nachfolgende Strecke unter ungünstigen Verhältnissen durchfahren werden.

Während bei Anwendung von besonderen Tendern der Kohlen- und Wasservorrat wohl stets unter Verhältnissen, wie sie in Deutschland liegen, zur Versorgung der Lokomotive zwischen zwei benachbarten Stationen ausreichen wird, ist das bei Tenderlokomotiven nicht immer der Fall. Wir werden weiter unten noch bei der Beantwortung der Frage, wie weit die Wasser- und Kohlenstationen von einander entfernt sein dürfen, auf diesen Umstand zurückkommen.

§ 12. Bestimmung der Längen von Steigungen, zu deren Überwindung die lebendige Kraft des Zuges mit benutzt werden soll.

Es erübrigt noch die Beantwortung der Frage:

Wie lang darf eine Strecke mit gröfserer Steigung, als die ist, welche der stärksten Zugkraft der Lokomotive entspricht, gemacht werden, wenn die Schwungkraft des Zuges zu ihrer Überwindung zu Hülfe genommen werden soll?

Diese Steigungen sind zwar im allgemeinen verpönt, gleichwohl kommen Fälle vor, z. B. bei Bahnkreuzungen, Überschreitung von Flüssen etc, in welchen ihre Vermeidung mit unverhältnismäfsig hohen Kosten verbunden sein würde.

Zur Bestimmung der Länge S solcher Steigungen $\frac{1}{x}$ bezeichnen wir wieder mit P das Gewicht des Zuges, das der Lokomotive mit Q, die Zugkraft der Lokomotive mit Z und die Erdacceleration mit g. Kommt der Zug mit der Geschwindigkeit V am Fufse der Steigung an, und ist v seine Geschwindigkeit nach Überwindung derselben, so ist

$$Z + \frac{P+Q}{2g} \, \frac{V^2-v^2}{S}$$

gleich der Summe der treibenden Kräfte.

Der Widerstand W, den der Zug seiner Bewegung entgegensetzt, ist in jedem Augenblick verschieden, da er mit der Geschwindigkeit abnimmt.

Wird zur Bestimmung dieses Widerstandes eine mittlere Geschwindigkeit u eingeführt, deren Gröfse weiter unten bestimmt werden soll, so lautet der Ausdruck für die widerstehenden Kräfte des Zuges

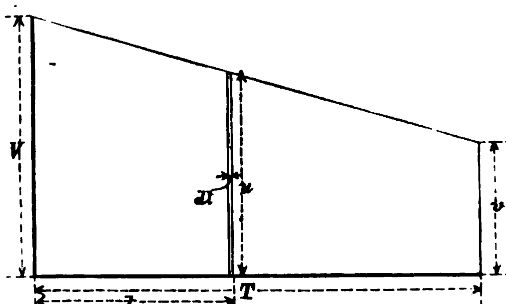
$$\frac{P}{1000}\left(A + B u + \frac{1000}{x}\right) + \frac{Q}{1000}\left(C + 0{,}0044\, u^2 + \frac{1000}{x}\right).$$

Setzt man die treibenden und widerstehenden Kräfte einander gleich, so wird

$$S = \frac{(P+Q)\,(V^2-v^2)}{2g\cdot\left[\frac{P}{1000}\left(A+Bu+\frac{1000}{x}\right)+\frac{Q}{1000}\left(C+0{,}0044\,u^2+\frac{1000}{x}\right)-Z\right]}.$$

Es erübrigt noch, den Wert von u zu bestimmen, was auf folgendem Wege geschehen kann.

Fig. 1.



Der Widerstand, den der Wert von u hervorbringt ist gleich

$$\frac{P}{1000}\,B u + \frac{Q}{1000}\,.\,0{,}0044\, u^2$$

und die beim Durchfahren der sehr kurzen Weglänge dS absorbierte Arbeit

$$dA = -\frac{P}{1000}\,B u\, dS - \frac{Q}{1000}\,.\,0{,}0044\, u^2 dS$$

oder, da $dS = u\,dt$ ist, wenn der Weg dS in der Zeit dt durchfahren wird, gleich

$$-\frac{P}{1000}\,B u^2 dt - \frac{Q}{1000}\,.\,0{,}0044\, u^3 dt.$$

Unter der allerdings nicht genau zutreffenden Annahme einer gleichmäfsigen Abnahme der Geschwindigkeit des Zuges bei dem Durchfahren der Strecke S mufs, (siehe vorstehende Fig. 1), wenn T die zum Durchfahren der ganzen Wegelänge und t die bis zum Eintreten der Geschwindigkeit u nötige Zeit ist, zwischen T, t, V, v und u die Beziehung $\frac{t}{T} = \frac{V-u}{V-v}$ stattfinden.

Diese Beziehung ergibt $dt = -T\,\frac{T\,du}{V-v}$ und, wenn dieser Ausdruck für obige Gleichung benutzt wird, weil $T = \frac{S}{u}$ ist,

$$dA = \frac{P}{1000}\,B u\, du\, \frac{S}{V-v} + \frac{Q}{1000}\, 0{,}0044\, u^2\, du\, \frac{S}{V-v}.$$

Die Integration dieser Gleichung ergibt

$$A = \frac{P}{1000}\,B\,\frac{S}{V-v}\int_v^V u\,du + \frac{Q}{1000}\,.\,0{,}0044\,\frac{S}{V-v}\int_v^V u^2\,du$$

$$= \frac{P}{2000}\,B S\,(V+v) + \frac{Q}{3000}\,.\,0{,}0044\, S\,(V^2+Vv+v^2).$$

Wird der Wert von A durch S geteilt, so erhält man mit

$$\frac{P}{1000}\,B\,.\,\frac{V+v}{2} + 0{,}0044\,.\,\frac{Q}{1000}\,\frac{V^2+Vv+v^2}{3}$$

den mittleren, von der Geschwindigkeit abhängigen Widerstand des Zuges. Durch Einschaltung dieses Ausdrucks an Stelle des mit

$$\frac{P}{1000}\,B\,u + \frac{Q}{1000}\,.\,0{,}0044\,u^2$$

bezeichneten in die Formel für S, wird

$$S = \frac{P+Q\,(V^2-v^2)}{2\,g\left[\frac{P}{1000}\left(A + B\,\frac{V+v}{2} + \frac{1000}{x}\right) + \frac{Q}{1000}\left(C + 0{,}0044\,\frac{V^2+Vv+v^2}{3} + \frac{1000}{x}\right) - Z\right]} \quad \ldots \quad 29.$$

Beispiel 1. Ist das Gewicht P eines Güterzuges gleich 1000000 kg, das Gewicht Q der Lokomotive gleich 67500, beträgt die Zugkraft Z bei mittlerer Füllung 6500 kg, wird ferner V zu 16 und v zu 8 km pro Stunde und werden die Koeffizienten A, B und C zu 1, zu 0,04 und zu 12 angenommen, so wird, da $2\,g$ gleich 19,62 M. ist, für welche Zahl $19{,}62\,.\,3{,}6^2$ gleich 254,3 eingesetzt werden mufs, da V und v in Kilometern pro Stunde ausgedrückt sind,

$$S = \frac{(1000000 + 67500)\,(16^2-8^2)}{254{,}3\left[1000\left(1 + 0{,}04\,\frac{16+8}{2} + \frac{1000}{x}\right) + 67{,}5\left(12 + 0{,}0044\,\frac{16^2+16\,.\,8+8^2}{3} + \frac{1000}{x}\right) - 6500\right]}.$$

Nach diesem Ausdrucke berechnet sich die Länge S der Bahn in Metern, welche unter den gemachten Bedingungen durch einen Anlauf überwunden werden kann, wenn für x verschiedene Werte eingeschaltet werden, zu

S = Meter	wenn x =	S = Meter	wenn x =
20,9	25	273,2	150
46,8	50	688,0	200
80,1	75	7750,6	250
123,4	100	∞	256.

Der zuletzt berechnete Wert von x, bei welchem $S = \infty$ wird, bezeichnet die Steigung, welche unter der Voraussetzung eine Zuggeschwindigkeit von $\frac{16+8}{2} = 12$ km pro Stunde mit einer Zugkraft Z gleich 6500 kg noch ohne Anlauf überwunden werden kann.

Vernachlässigt man bei den geringen Geschwindigkeiten der Güterzüge die Ausdrücke

$$\frac{P}{1000}\,.\,0{,}04 \quad \text{und} \quad \frac{Q}{1000}\,.\,0{,}0044\,\frac{V^2+Vv+v^2}{3}$$

des Nenners, so wird der Wert von S proportional der Gröfse (V^2-v^2) und, wenn $V = m\,.\,v$ ist, proportional dem Quadrate der Geschwindigkeit des Zuges am Anfange der Steigung.

Beispiel 2. Ist für einen Personenzug

$P = 100\,000$ kg	$v = 30$ km
$Q = 55\,000$ „	$A = 1{,}5$
$Z = 4\,000$ „	$B = 0{,}076$
$V = 60$ km	$C = 8$

so wird

$$S = \frac{(100000 + 55000)\,(60^2-30^2)}{254{,}3\left[100\left(1{,}5 + 0{,}076\,\frac{60+30}{2} + \frac{1000}{x}\right) + 55\left(8 + 0{,}0044\,\frac{60^2+60\,.\,30+30^2}{3} + \frac{1000}{x}\right) - 4000\right]}.$$

Durch Einsetzung verschiedener Werte für x erhält man demnach

S = Meter	wenn x =	S = Meter	wenn x =
128,1	10	657	30
214,5	15	1354	40
323,6	20	3740	50
465	25	∞	58,3.

Die für den Güterzug und Personenzug berechneten Werte sind auf Tafel X in den Figuren 1 und 2 graphisch aufgetragen.

Die Entfernungen der Kurven von der X Achse geben, nach dem Mafsstabe 3 gemessen, die den einzelnen Werten von x entsprechenden Längen in Metern an, die Abscissen dagegen die Gröfsen der Zahl x; letztere sind für Güterzüge nach dem Mafsstabe 1 und für Personenzüge nach dem Mafsstabe 2 abzumessen. Die Kurven zeigen wieder, dafs Personenzüge die stärkeren Steigungen zulassen.

Die in den Beispielen mit 6500 kg 4000 kg angenommenen Zugkräfte der Lokomotiven entsprechen nicht den stärksten Cylinderfüllungen. Die Zuggeschwindigkeit ist am Fuſse der Steigung zu groſs, als daſs gleich mit ausgelegter Steuerung gefahren werden könnte.

Der Führer darf nur in dem Verhältnisse die Steuerung vorlegen, in welchem die Geschwindigkeit des Zuges sich nach und nach vermindert.

Wenn von uns eine, der mittleren Cylinderfüllung entsprechende, also konstante Zugkraft der Rechnung zu Grunde gelegt, so geschah das, um einfachere Formeln zu bekommen.

Die Einführung einer variabeln Zugkraft würde die gewonnenen Resultate nur wenig geändert haben. Von gröſserem Einflusse auf die Längen der Steigungen ist die Länge des Zuges.

Bei den kleineren Werten von x und bei langen Zügen wird sehr oft der Fall eintreten, daſs die Spitze des Zuges schon den Endpunkt der Steigung erreicht hat, während das Ende noch nicht am Fuſse derselben angekommen ist. Der hintere Teil des Zuges unterstützt durch seine Schwungkraft zuerst die Lokomotive in ihrer Arbeit, während diese selbst, nachdem der vordere Teil den Brechpunkt überschritten hat, nur noch einen Teil der ganzen Last zu ziehen hat.

Es ist ersichtlich, daſs aus diesen Gründen die berechneten Längen von Steigungen umsomehr hinter den zulässigen Längen zurückbleiben dürfen, je kleiner x und je länger der Zug ist.

Wird die Geschwindigkeit des Zuges durch Verstärkung der Cylinderfüllungen vor der Steigung vergröſsert, so darf die Länge S der Steigung annähernd in dem Verhältnisse des Quadrats der gröſseren zu der angenommenen Geschwindigkeit wachsen.

§ 13. Zusammenfassung der gewonnenen Resultate und Ableitung einiger Regeln für den Betrieb aus den aufgestellten Formeln.

Die kurz zusammengefaſsten Resultate unserer bisherigen Untersuchungen zeigen, daſs bei jeder Lokomotive einer bestimmten Steigung auch ein bestimmter Expansionsgrad entspricht, mit dem sie am vorteilhaftesten arbeitet, also bei dem geringsten Kohlenverbrauche die meisten Güter befördert.

Ferner liegt die vorteilhafteste Zuggeschwindigkeit niedriger, als meist angenommen wird, dieselbe richtet sich nach den Steigungsverhältnissen der Bahn, nach den zu zahlenden Gehalten, nach der Stärke des Verkehrs, nach den Anschaffungs- und Unterhaltungskosten und der Konstruktion der Betriebsmittel, nach der Dauer der täglichen Dienstzeit, nach der Belastung der Züge, nach den Kosten der Wasserbeschaffung und des Brennmaterials und nach den Unterhaltungskosten des Bahnoberbaues.

Es ist vorteilhaft, die Tragfähigkeit der Wagen möglichst hoch zu bemessen.

Da bei dem Koeffizienten $(A + Bv)$ die Gröſse von A mit dem Radstande der Wagen zunimmt, dagegen die durch B repräsentierten Schwankungen und dadurch bedingten Unterhaltungskosten der Wagen mit wachsendem Radstande etc. abnehmen, so empfiehlt es sich, für Güterzüge, deren Widerstand hauptsächlich durch den Koeffizienten A bedingt wird, Wagen mit kleinen Radständen, dagegen für Personenzüge mit starken Geschwindigkeiten, Wagen mit groſsen Radständen anzuwenden.

Mit der Stärke der Belastung der Wagen nahm, wie gefunden wurde, die Gröſse von B ab; da diese Zahl durch die Schwankungen der Wagen veranlaſst wird, sind beladene Wagen weniger zum Entgleisen geneigt als unbeladene. Man sollte aus diesem Grunde eigentlich unbeladene Züge langsamer fahren lassen als beladene.

Der letzte Wagen eines Zuges wird nur an einer Seite durch die Kuppelung gehalten, er ist daher am meisten zum Schwanken und Entgleisen geneigt, es empfiehlt sich daher, besonders bei rasch fahrenden Zügen, den letzten Wagen zu beladen. Tenderlokomotiven sind nur dort am Platze, wo starke Steigungen zwischen nicht sehr weit von einander entfernt liegenden Stationen zu überwinden sind.

Auf Bahnen mit starken Steigungen gewähren die bestehenden Vorschriften über die Anzahl der einzustellenden Bremswagen nicht die nötige Sicherheit, mindestens ist, um Unglücksfälle beim Abreisen der Züge zu verhindern, die Bestimmung zu treffen, daſs der letzte Bremswagen beladen sei.

Für Güterzüge empfehlen sich in den meisten Fällen Lokomotiven mit drei gekuppelten Achsen.

Die Geschwindigkeit der Züge ist in scharfen Steigungen den gröſseren Ansprüchen, welche die stärkeren Cylinderfüllungen an die Dampfproduktion der Kessel stellen, entsprechend zu ermäſsigen.

Die stärksten Steigungen im Gebirge dürfen bei einer Teilung der Züge mehr als doppelt so scharf gemacht werden, wie bei ungeteilten Zügen. Das Verhältnis beider Steigungen zu einander darf um so verschiedener ausfallen, je schlechter Bahn und Fahrzeuge unterhalten sind.[32])

Bei Bahnen für rasch fahrende Züge richtet sich das Verhältnis der Steigungen im Gebirge und Flachlande wesentlich nach der angewandten Verminderung der Geschwindigkeit im ersteren.

Die Länge der Steigung richtet sich, außer nach der Lokomotive, auch nach der Güte der disponiblen Kohle.

Können einzelne, besonders starke Steigungen nicht vermieden werden, so sind solche womöglich in die Nähe der Endstation zu verlegen.

Die Länge der Steigungen, die durch einen Anlauf überwunden werden müssen, wächst bedeutend rascher, als die Steigung abnimmt, sie wächst ferner nahezu mit der Differenz der Quadrate der Geschwindigkeiten vor und hinter der Steigung.

Die Berechnung des Verhältnisses der Steigungen im Flachlande und der angrenzenden Gebirgsstrecke ist nur für den Fall durchgeführt, daſs die Züge, welche die erstere anbrachte, auf letzterer einfach geteilt wurden. Es kann keine Schwierigkeit machen, die Rechnung auch für andere Fälle durchzuführen, bei denen beispielsweise aus zwei Zügen drei oder aus einem Zuge drei und mehr gebildet oder bei welchen für die Gebirgsstrecke besonders schwere Lokomotiven (Lokomotiven mit 4 gekuppelten Achsen) angewendet werden sollen.

Der ganze Gang der Untersuchung hat den engen Zusammenhang der Steigungen auf den verschiedenen Strecken mit den angewandten Lokomotiven und Zugstärken bewiesen und gezeigt, daſs die Steigungs- und Betriebsverhältnisse auf einer Strecke, selbst wenn sie einen gesonderten Betrieb hat, nicht geändert werden können, ohne die angrenzenden Linien in Mitleidenschaft zu ziehen.

Man thut gut, wenn es ohne zu erhebliche Erhöhung der Anlagekosten zu erreichen ist, die mittleren Steigungen und die Zugstärken den vorteilhaftesten Füllungsgraden der Lokomotiven anzupassen und die stärksten längeren Steigungen so zu bemessen, daſs sie einem Füllungsgrade von nicht über 50% des Kolbenhubes entsprechen, da andernfalls leicht, bei ungünstiger Witterung, der Reibungskoeffizient der Räder auf den Schienen nicht mehr genügt, die volle Zugkraft zur Geltung zu bringen. Die Steigung ist ferner an solchen Stellen zu ermäſsigen, an welchen der Zug dem Winde ausgesetzt oder an denen aus besonderen Gründen ein geringer Reibungskoeffizient zu erwarten steht.

Je stärker die von der Lokomotive verlangte Zugkraft ist, umsomehr sind Defekte derselben, Zugverspätungen etc. zu befürchten und umsomehr muſs für eine genügende Anzahl von Reservemaschinen gesorgt werden, welche bei schlüpfrigen Schienen Vorspann leisten können.

§ 14. Bestimmung der Entfernung der Wasserstationen von einander.

Das von der Lokomotive verbrauchte Wasser muſs aus dem auf dem Tender mitgeführten Wasservorrate ersetzt und dieser um so häufiger wieder erneuert werden, je geringer der Fassungsraum des Tenders und je gröſser der Verbrauch der Lokomotive ist.

Der Wasserverbrauch der Lokomotive darf ihrem Dampfverbrauche, also auch dem angewandten Füllungsgrade der Dampfcylinder als proportional angenommen werden; er wächst auſserdem mit dem Querschnitte und dem Kolbenhube der Dampfcylinder und der reciproken Gröſse der Treibraddurchmesser.

Unter Beibehaltung der früheren Bezeichnungen beträgt das Gewicht des pro Kilometer Bahnlänge verdampften Wassers $\frac{20 \cdot a\, h\, r^2\, \gamma}{R}$ kg wenn h, r und R in Metern ausgedrückt und γ das Gewicht eines Kubikmeter mit Wasser vermischten Dampfes von der Kesselspannung bezeichnet.

Wird γ zu durchschnittlich 6 kg angenommen, so geht der Ausdruck in $\frac{120\, a\, h\, r^2}{R}$ über.

Faſst der Tender oder der Wasserkasten der Lokomotive, wenn diese eine Tendermaschine ist, A cbm oder 1000 A. kg Wasser und soll dieses Quantum zum Durchfahren einer Bahnstrecke von L km Länge ausreichen, so muſs

$$1000\, A = L\, \frac{120\, a\, h\, r^2}{R}$$

sein. Aus dieser Gleichung berechnet sich die Entfernung L, in welcher die Wasserstationen von einander angelegt werden müssen, zu

$$L = \frac{A \, . \, 1000\, R}{120 \, . \, a \, . \, h \, . \, r^2}.$$

---

[32]) Bei Chausseen tritt der gleiche Fall ein; die zulässige Steigung ist gleich dem Widerstandskoeffizienten, weil ein Pferd auf kurze Zeit das Doppelte wie sonst ziehen kann.

Da sehr häufig eine Wasserstation für kurze Zeit unbrauchbar wird, der Wasservorrat des Tenders also bis zur nächsten Wasserstation reichen muſs, so ist es zweckmäſsig

$$L = \frac{A \,.\, 1000\, R.}{240 \,.\, a \,.\, h \,.\, r^2.}$$ zu machen.

Bei dieser Rechnung wurde angenommen, daſs der Tender beim Verlassen der Wasserstation vollständig gefüllt und daſs der Wasservorrat bis zur nachfolgenden Wasserstation gänzlich verbraucht wird. Beides ist in der Praxis selten der Fall.

Auf eine vollständige Ausnutzung des ganzen Vorrates an Wasser ist schon deshalb nicht zu rechnen, weil die meisten Injekteure leicht versagen, wenn der Wasserstand im Tender sehr niedrig geworden ist. Bei dem Anstellen der Injekteure pflegt auſserdem ein Verlust an Wasser (Schlabberwasser) einzutreten, welcher in der Rechnung unberücksichtigt blieb.

Es empfiehlt sich aus diesen Gründen, die Entfernung der Wasserstationen noch geringer, also

$$L = \frac{A \,.\, 1000\, R.}{300\, a\, h\, r^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 30.$$

zu machen und bei der Rechnung die Lokomotiven und Tender zu Grunde zu legen, bei welchen der Bruch $\frac{A \,.\, R.}{a \,.\, h \,.\, r^2}$ ein Minimum wird.

Beträgt bei mittlerer Witterung der Füllungsgrad einer Güterlokomotive in der Flachlandsstrecke 25% des Kolbenhubs, ist ferner der Treibradhalbmesser $R = 0{,}66$ m, $h = 0{,}6$ m, $r = 0{,}23$ m und der Fassungsraum A des Tenders gleich 9,5 cbm, so wird

$$L = \frac{9{,}5 \,.\, 1000 \,.\, 0{,}66}{300 \,.\, 25 \,.\, 0{,}6 \,.\, 0{,}23^2} = 26{,}34 \text{ km}.$$

Steigt in der Gebirgsstrecke die Zahl a auf 33 und ändern sich die anderen Abmessungen der Lokomotive in $R = 0{,}625$, $h = 0{,}625$, $r = 0{,}25$, so wird

$$L = \frac{9{,}5 \,.\, 1000 \,.\, 0{,}625^2}{300 \,.\, 33 \,.\, 0{,}625 \,.\, 0{,}25^2} = 15{,}37 \text{ km}.$$

Ist kein besonderer Tender vorhanden und wird der Betrieb durch Tenderlokomotiven mit $A = 3{,}5$ cbm Wasserraum vermittelt, so gehen, bei sonst gleichen Dimensionen der Lokomotive, obige Zahlen in 9,6 km für die Flachlandsstrecke und in 5,7 km für die Gebirgsstrecke über.

Haben, wie das dort, wo Tenderlokomotiven zur Anwendung kommen, sehr häufig der Fall ist, diese nur den Zweck, den Zug bis zur nächsten Station, eine starke Steigung hinan, zu befördern und kehren sie von dort im Gefälle zurück, oder liegt die nächste Wasserstation im Gefälle, so wird auf der Rücktour oder der Weiterreise nur sehr wenig Dampf und Wasser verbraucht. Wird angenommen, daſs der Wasserkonsum nach Erreichung der Station einer Cylinderfüllung von 5% des Kolbenhubs entspricht[33], so darf die Entfernung der Wasserstation für unser Beispiel nach der Formel

$$L = \frac{3{,}5 \,.\, 1000 \,.\, 0{,}625}{300 \,.\, (33 + 5) \,.\, 0{,}625 \,.\, 0{,}25^2 \,.\, 2},$$

also zu 9,8 km bestimmt werden.

Bei der Berechnung der Länge L ist nicht der schädliche Raum in den Cylindern und der durch ihn bedingte Mehrverbrauch an Wasser berücksichtigt, dafür aber auch die Differenz in der Spannung des Dampfes im Kessel und während der Admission in den Cylinder nicht in Rechnung gezogen.

§ 15. Berechnung der durch die Verunreinigungen des Wassers entstehenden Kosten.

Bei der Wahl der Orte für die Anlegung von Wasserstationen ist, neben den Entfernungen derselben von den Nachbarstationen, die Leichtigkeit und Sicherheit, womit Wasser in ausreichender Menge beschafft werden kann, von hervorragender Wichtigkeit, nicht minder wichtig und meist noch unterschätzt ist auſserdem die Reinheit des zur Verfügung stehenden Wassers von Bestandteilen, welche sich im Kessel als Kesselstein absetzen.

Um diesen letzteren Punkt in das richtige Licht zu setzen, soll hier versucht werden, die nötigen Anhaltspunke zur Beurteilung der Kosten zu gewinnen, welche mehr aufgewandt werden dürfen, um in

[33]) Man pflegt auch in starken Gefällen den Regulator um ein Geringes zu öffnen, um durch den zuströmenden Dampf eine zu starke Erhitzung des Kolbens zu verhindern.

jedem bestimmten Falle teueres und gutes Speisewasser an Stelle billigeren und schlechteren Wassers zu beschaffen.

Von der chemischen Zusammensetzung des Wassers abgesehen, pflegt man Wasser, welches auf 10000 Gewichtsteile bis zu drei Teilen Kesselstein bei der Verdampfung absetzt, ein gutes Speisewasser zu nennen; steigt der Rückstand bis auf 10 Teile, so ist das Wasser schlecht und wird, wenn über diese Grenze hinaus verunreinigt, als unbrauchbar zur Kesselspeisung angesehen.

Der Kesselstein besteht aus Stoffen, welche sich teils als harte Krusten auf den Kesselwandungen absetzen, hierher gehört vorzugsweise kohlensaurer Kalk, und aus solchen, welche durch Auswaschen entfernt werden können. Kommen die zuletzt genannten Stoffe in geringen Mengen vor, sodafs ein Auswaschen der Kessel nur an den zur Erholung des Fahrpersonals angesetzten Ruhetagen nötig wird, so sind sie von verhältnismäfsig geringem Nachteile. Setzt das Wasser mehr solchen Kesselstein ab, so ist man gezwungen, die Lokomotive zur Reinigung des Kessels häufig aufser Dienst zu stellen, das Führerpersonal während dieser Zeit nutzlos zu besolden und das durch die Lokomotive repräsentierte Kapital nutzlos zu verzinsen.

Die erste, eine feste Krust bildende Sorte Kesselstein kann nur aus dem Kessel entfernt werden, nachdem die Siederohre vorher ausgezogen wurden.

Wird diese Reinigung bei Gelegenheit einer inneren Kesselrevision vorgenommen, so bleiben die Kosten gering, sie werden dagegen sehr erheblich, wenn die Reinigung eine ausnahmsweise Aufserdienststellung des Kessels verlangt.

Als gut ist nach dieser Erörterung ein solches Wasser zu bezeichnen, bei welchem die festen Rückstände so gering sind, dafs es genügt, sie bei Gelegenheit der inneren Kesselrevisionen zu entfernen und bei dem die übrigen Rückstände nur an den Ruhetagen des Lokomotivpersonals ausgewaschen zu werden brauchen.

Erfahrungsmäfsig mufs eine Lokomotive, die durchschnittlich an jedem Tage, an welchem sie Dienst thut, 120 **km** mit einer Cylinderfüllung von a gleich 25 durchläuft, jeden 6. Tag, nachdem sie also 600 **km** zurückgelegt und etwa 75000 **kg** Wasser verdampft hat, welches mit $\frac{8}{10000}$ Gewichtsteilen fester Rückstände verunreinigt ist, ausgewaschen werden. Die Lokomotive thut daher pro Jahr nicht 365 Tage, sondern nur $\frac{5}{6} . 365$ gleich $304\frac{1}{6}$ Tage Dienst. Diese Zeit ist wegen der gröfseren und kleineren unvermeidlichen Reparaturen auf etwa 286 Tage zu ermäfsigen. Betragen die festen, durch das Auswaschen nicht zu entfernenden Teile den fünften Teil der ganzen Rückstände, so werden durch das Auswaschen $\frac{4}{5} . \frac{8}{10000}\ 75000 = 18$ **kg** Kesselstein fortgeschwemmt, während $4\frac{1}{2}$ **kg** als feste Kruste zurückbleiben.

Wird angenommen, das Speisewasser habe das doppelte Quantum, also auf 10000 Teile Wasser $4\frac{4}{5}$ Teile durch Auswaschen zu entfernender Bestandteile enthalten, so hätte die Lokomotive schon nach $2\frac{1}{2}$ Tagen ausgewaschen werden müssen.

Wird der durch das Auswaschen verursachte Zeitverlust zu 12 Stunden angenommen[34]), so ist die Lokomotive mit dem schlechten Speisewasser nicht 286 Tage, sondern nur 286—28,6 oder 257,4 Tage im Dienst.

Der Schaden, welcher durch die häufigere Aufserdienststellung der Lokomotive zum Zwecke des Auswaschens pro Jahr erwächst, kann leicht festgestellt werden.

Betragen, wie früher, die Kosten für Verzinsung und Amortisation der Anschaffungskosten der Lokomotive pro Jahr 4000 M. und die der Besoldung des Führerpersonals 2000 M., so kostet jeder Tag, an welchem die Lokomotive Dienst thut, bei dem Speisewasser mit 2,4 Teilen auswaschbaren Kesselsteins $\frac{6000}{286} = 21$ M. und bei dem mit 4,8 Teilen solcher Verunreinigungen $\frac{6000}{257,4} = 23,3$ M.; im letzten Falle, also 2,3 M. pro Tag oder $\frac{2,3}{120}$ M. für jeden durchfahrenen Kilometer Bahnlänge mehr als im ersten.

Die Rechnung zeigt, dafs $\frac{2,4}{10000}$ durch Auswaschen entfernbarer Teile Kesselstein keine besondere Kosten verursachen und dafs die Ausgaben $\frac{2,3}{120}$ M. pro Lokomotivkilometer betragen, wenn die Verunreinigung des Wassers auf $\frac{4,8}{10000}$ Teile steigt.

---

[34]) Dieser durch den Zeitverlust bedingte Schaden wird durch weitere Nachteile noch erheblich vergröfsert. Es gehören hierher die Kosten des zum Auswaschen verbrauchten Wassers, die Kosten für Kohlen, welche mehr verbraucht werden müssen, um den jetzt mit ganz kaltem Wasser gefüllten Kessel wieder anzuheizen, die Verzinsung der gröfseren notwendigen Räumlichkeiten etc. Alle diese Kosten sind hier und bei der weiteren Rechnung unberücksichtigt geblieben.



Wird angenommen, dafs das Auswaschen des Kessels in demselben Verhältnisse mehr kostet, in welchem die Verunreinigung das Mafs von $\frac{2,4}{10000}$ übersteigt, so kosten 2,4 + 1 Teile Kesselstein $\frac{2,3}{120.24}$ = 0,008 M. pro km und betragen die Kosten L'' für m Teile Kesselstein, welche durch Auswaschen entfernt werden können: $L'' = (m - 2,4) . 0,008$ M.

Diese Formel leidet an der Unvollkommenkeit, dafs sie nur für einen Füllungsgrad $\alpha = 25$ gültig ist, dafs also die Neigungsverhältnisse der Bahn in ihr unberücksichtigt geblieben sind. Es ist richtiger, das zu verdampfende Wasser direkt in die Rechnung einzuführen. Bei der Bestimmung der Formel $L'' = (m - 2,4$ 0,008 M. ist angenommen, dafs die Lokomotive auf 600 durchfahrene Kilometer 75 cbm Wasser verdampfte, wird daher die Zahl L'' mit 600 multipliziert und durch 75 geteilt, so erhält man in

$$L' = \frac{600}{75} . L'' = \frac{600}{75} (m - 2,4) . 0,008 = (m - 2,4) \; 0,064 \text{ M.}$$

den Ausdruck für die Kosten, welche aus jedem in dem Kessel verdampften Kubikmeter Wasser erwachsen.

Werden die Verluste durch mechanisch mit dem Dampfe übergerissenes Wasser, durch Schlabberwasser, bei dem Speisen der Kessel durch Wasser, welches zum Anfeuchten der Kohlen und zu anderen Zwecken benutzt wird, mit berücksichtigt, so darf die Formel für L'

$$L' \text{ in } L = (m - 2,4) \; 0,05 \text{ M.} \quad \ldots \ldots \quad 31.$$

umgewandelt werden, in welcher Form sie demnach die Kosten angibt, die das Auswaschen der Kessel für jeden Kubikmeter im ganzen verbrauchten Wassers verursacht.

Beispiel. Nehmen auf einer Wasserstation durchschnittlich täglich 50 Lokomotiven je 5 cbm Wasser, werden also täglich 250 cbm oder pro Jahr·91250 cbm Wasser verbraucht, so betragen die Kosten, welche durch die Verunreinigung des Wassers an auswaschbaren Rückständen entstehen, pro Jahr

$$91250 . L = 91250 \; (m - 2,4) . 0,05 = (m - 2,4) \; 4562,5 \text{ M.}$$

Diese Formel ergibt für:

$m =$	2,4	3	4	5	6	7	8	9	10
Kosten per Jahr	0	2737,5	7300	11862,5	16425	20987,5	25550	30112,5	34675
Kosten zu 5 % kapitalisiert	0	54725	146000	237250	328500	419750	511000	602250	693500

wobei die zweite Reihe die pro Jahr durch Auswaschen erwachsenden Kosten zu 5 % kapitalisiert angibt und zugleich die Summe darstellt, um welche eine Wasserstation mit gutem, reinem Wasser teurer sein darf, als solche, welche schlechteres Wasser liefern, wenn bei der angenommenen Frequenz der Bahn die erstere noch vorteilhaft bleiben soll.

Die eine feste Kruste bildenden Teile des Kesselsteins können nur, wie schon oben angegeben, entfernt werden, nachdem die Siederohre ausgezogen sind, nachdem also das Innere des Kessels zugänglich geworden ist.

Man darf annehmen, dafs diese Entfernung des Kesselsteins spätestens dann vorgenommen werden mufs, wenn er auf den Siederohren eine Lage von 1 1/2 mm Stärke bildet, wenn diese also ohne zu starke Beschädigung der vorderen Rohrwand, in welcher die Rohrlöcher um etwa 3 mm weiter gebohrt sind, als der mittlere Durchmesser der Rohre beträgt, noch ausgezogen werden können.

Das specifische Gewicht des Kesselsteins ist etwa gleich 2,5 und die Fläche, auf welcher er sich ansetzt, gleich 130 qm bei einer Lokomotive von dem oben angenommenen Dampfverbrauche.

Das Gewicht des bei der Reinigung des Kessels zu entfernenden Kesselsteins würde demnach $130 . 0,0015 . 1000 . 2,5 = 487,5$ kg betragen, wenn die Kesselsteinschicht überall gleich stark wäre. Die Untersuchung zu reinigender Kessel zeigt, dafs die sich bildenden Kesselsteinkrusten am stärksten auf der Feuerkistendecke, am schwächsten dagegen auf den Siederohren, besonders auf den unteren Partien derselben sind; es darf demnach oben berechnetes Gewicht nicht unbedeutend erhöht werden, zumal der Kesselstein sich auch im Langkessel, also auf Stellen, welche nicht vom Feuer berührt werden, ansetzt. Wird dieses Gewicht zu 650 kg angenommen, so berechnet sich die Zeit, nach welcher die Siederohre behufs Reinigung des Kessels ausgezogen werden müssen, für unser Speisewasser, welches auf 10000 Teile Wasser 6/10 Teile sich als feste Kruste absetzender Bestandteile enthielt und bei der Leistung der Lokomotive, bei welcher dieser Niederschlag in 5 Arbeitstagen 4 1/2 kg betrug, zu $\frac{5 . 650}{4^1/_2} = 722^2/_9$ Arbeitstagen oder, wenn die Zahl der Arbeitstage pro Jahr wieder zu 286 angenommen wird, zu $\frac{722^2/_9}{286} = 2,525$, also zu rund 2,5 Jahren.

Nach den technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen sollen die inneren Kesselrevisionen in Zeiträumen von mindestens 6 Jahren wiederholt werden. Ermäfsigt man diese Zeit, wie das bei den meisten Bahnen üblich ist, auf 5 Jahre, so ist ersichtlich, dafs das Speisewasser mit einem Gehalte von 3/5 Teilen sich festsetzender Rückstände ein Ausziehen der Siederohre schon nach der Hälfte dieser Zeit bedingt.

Die zu dieser Reinigung erforderliche Zeit darf zu 15 bis 16 Tagen oder zu $^1/_{24}$ Jahr angenommen werden; der durch die Aufserdienststellung der Lokomotive erwachsende Verlust ist also gleich $\frac{6000}{24} = 250$ M. Die Arbeit des Ausziehens und Wiedereinbringens eines Rohres kostet etwa 1,5 M. per Rohr oder circa 300 M. pro Lokomotive.

Jede Extrareinigung der Lokomotive verursacht also eine Geldausgabe von 550 M.

Unsere Lokomotive verdampft nach der früheren Annahme 75 cbm Wasser in 5 Arbeitstagen, also in fünf Jahren, jedes zu 286 Arbeitstagen gerechnet, $\frac{75 \cdot 286 \cdot 5}{5} = 21450$ cbm Wasser. Die $^3/_{10}$ Teile einer festen Kruste bildender Rückstände des Speisewassers, welche mehr, als $^3/_{10}$ auf 10000 Teile Wasser in diesem enthalten waren, verursachen bei obigem Wasserverbrauch einen Kostenaufwand von 550 M., es wird daher unter der schon früher gemachten Annahme, dafs die Kosten in demselben Verhältnisse zunehmen, in welchem die festen Rückstände $\frac{0,3}{10000}$ übersteigen, diese Ausgabe für eine Verunreinigung von n Teilen

$$(n-0,3) \,.\, 550 \,.\, \frac{10}{3} \text{ M. für 21450 cbm im Kessel verdampften Wassers oder}$$

$$(n-0,3)\frac{5500}{3 \,.\, 21450} = (n-0,3)\, 0,0855 \text{ M. pro cbm Wasser betragen.}$$

Wird das Verhältnis des verbrauchten zum verdampften Wasser wie 64 zu 50, also wie oben angenommen, so vermindert sich die Ausgabe für jeden Kubikmeter verbrauchten Wassers auf

$$(n-0,3) \,.\, 0,0855 \,.\, \frac{50}{64} = 0,0668 \,.\, (n-0,3) \text{ M. und rund auf } (n-0,3) \,.\, 0,07 \text{ M.} \quad . \quad . \quad . \quad 32.$$

Beispiel. Bei obiger Wasserstation mit einem Wasserverbrauche von 91250 cbm pro Jahr betragen die Kosten, welche die Verunreinigung des Wassers an nicht auswaschbaren Rückständen im Gefolge hat, pro Jahr $91250 \,.\, (n-0,3) \,.\, 0,07$ M.

Die Formel ergibt für

n gleich	0,3	1	2	3	4	5
Kosten pro Jahr	0	4471,25	10858,75	17246,25	23633,75	30021,25 M.
Kosten zu 5% kapitalisiert	0	89425	217175	344925	472675	600425 M.,

wobei die zweite Reihe wieder die pro Jahr erwachsenden Kosten mit 5% kapitalisiert angibt.

Werden die Gleichungen 31 und 32 kombiniert, so erhält man in

$$(m-2,4) \,.\, 0,05 + (n-0,3) \,.\, 0,07 = K \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 33.$$

den Ausdruck der Gesamtkosten in Mark, welche aus der Verunreinigung eines Kubikmeters Wasser erwachsen.

Nach dieser letzten Formel ist die Höhe der durch die beiden verschiedenartigen Verunreinigungen des Wassers bedingten Ausgabe unabhängig von einander, was nicht ganz zutrifft.

Mit dem Wachsen des mit m bezeichneten Kesselsteins nimmt die Zahl der Tage zu, an welchen die Lokomotive, des Auswaschens wegen, keinen Dienst thun kann, es nimmt also auch die Zahl der Diensttage, während der alle fünf Jahre vorzunehmenden Kesselrevision, ab und mit ihr die Stärke der Kesselsteinablagerung. Umgekehrt müssen die Auswaschungen um so häufiger vorgenommen werden, je stärkere feste Krusten sich schon auf den Wandungen des Kessels befinden, da der Schlamm weniger Platz findet.

Es darf demnach die Zahl n etwas wachsen, wenn m zunimmt, wo hingegen die Zahl m wächst, wenn n kleiner als 0,3 wird. — Nach den aufgestellten Formeln bleiben Verunreinigungen unschädlich, bei welcher $m \leq 2,4$ und $n \leq 0,3$ ist. Das ist nun durchaus nicht der Fall. Jede Menge Kesselstein beeinträchtigt schon die Verdampfungsfähigkeit des Kessels, weil sie die Rohre etc. mit einer die Wärme schlecht leitenden Hülle umgibt. Dieser Kesselsteinüberzug vergröfsert nicht nur den Verbrauch an Brennmaterial, sondern er wirkt auch zerstörend auf die von Feuer berührten Teile des Kessels ein, da diese weit mehr erhitzt werden müssen, um den nötigen Dampf zu erzeugen. Kesselstein verunreinigt ferner das mechanisch mit dem Dampfe übergerissene Wasser, zerstört die Schieber und Kolbenflächen und verursacht Dampf- und Brennmaterialverluste. Die Höhe der auf diese Weise bedingten Ausgaben ist in obigen Formeln nicht mit berücksichtigt; sie entzieht sich der Berechnung und wächst erheblich, wenn die oben angegebenen Termine für die Reinigung der Kessel nicht innegehalten werden.

Die Zeit, nach welcher ein Kessel erneuert werden mufs, variiert zwischen 5 und 16 Jahren, die für die Siederohre zwischen 3 und 8 Jahren und hängen diese Zahlen hauptsächlich von der Güte des Speisewassers und von der auf die Reinigung der Kessel verwandten Sorgfalt ab. Die aufgestellten Formeln geben daher Zahlen an, welche stets unter den wahren Kosten bleiben; sie können aber gut als Anhaltspunkte dienen zur Berechnung der Kosten, bei welchen eine chemische Reinigung des Wassers noch vorteilhaft bleibt.

§ 16. Bauwürdigkeit verschiedener Konkurrenzlinien.

Ist die Verbindung zweier Orte durch eine Eisenbahn beschlossen, so wird die günstigste Linie für diese in der Weise aufgesucht, dafs die verschiedenen möglichen Linien in Beziehung auf die Baukosten und zu erwartenden Betriebskosten miteinander verglichen werden. Die Linie, bei welcher die Summe der Betriebskosten und der Zinsen der Baukosten am kleinsten wird, ist, von dem kommerziellen Werte der Trace abgesehen, die vorteilhaftere.

Bei der Bestimmung der Betriebskosten darf von den Ausgaben abgesehen werden, welche für alle Linien gleich oder doch nahezu gleich bleiben. Hierher gehört die Ausgabe für die allgemeine Verwaltung, für die Erleuchtung der Züge und für Putzen und Schmieren der Wagen und Lokomotiven.

Die Ausgabe für Besoldung der Bahnwärter und Stationsbeamten wächst im allgemeinen mit der Länge der Bahnstrecke, die für Errichtung und Unterhaltung der Reparaturwerkstätten hängt von der Stärke des Lokomotiv- und Wagenparks ab. Es soll angenommen werden, dafs alle diese Ausgaben in den Bausummen der Konkurrenzlinien mit enthalten sind.

Als Betriebskosten, welche für den Vergleich mafsgebend sind, bleiben daher anzuführen:

I. Die Ausgabe für Wasser und Kohlen zur Speisung der Lokomotiven.
II. Die Besoldung des Fahrpersonals.
III. Verzinsung und Amortisation der Beschaffungskosten von Lokomotiven und Wagen.
IV. Reparaturkosten von Lokomotiven und Wagen.
V. Bahnunterhaltungskosten.

Die Aufgabe, die Bauwürdigkeit einer Konkurrenzlinie zu bestimmen, ist für jeden Fall einzeln zu lösen; wegen der verschiedenen in Frage kommenden Rücksichten kann eine allgemeine, zur Erkennung derselben dienende Formel nicht wohl aufgestellt werden. Die Ermittelung der günstigsten Linie für eine bestimmte Aufgabe soll zeigen, wie man zum Ziele gelangt.

Die Aufgabe mag sein: Von einem Seeplatze aus soll eine Bahn in das Innere des Landes gebaut werden, bei welcher auf einen starken und nach beiden Richtungen hin gleichen Güterverkehr gerechnet wird, auf erheblichen Personenverkehr dagegen nicht zu hoffen ist. — Für die Bahn, welche ganz im Flachlande liegt, mögen zwei Linien nach den oben aufgestellten Grundsätzen traciert sein.

Bei der einen Trace ist die Zugstärke zu 144 Achsen im Gewichte von P gleich 1000000 kg, und bei der anderen zu 108 Achsen im Gewichte von P gleich 750000 kg angenommen. Die Maximalsteigungen sind so gewählt, dafs sie mit einer Cylinderfüllung von a gleich 50 kg überwunden werden können.

Ist das Gewicht der als zweckmäfsig erkannten dreifach gekuppelten Lokomotive gleich 34600 kg und das des Tenders bei mittlerer Füllung 25400 kg, ist also $Q = 34600 + 25400 = 60000$ kg, so wird der Widerstand, welchen die Lokomotive ihrer Beförderung mit der Geschwindigkeit v gleich 18 km in der mittleren Steigung, diese zu u gleich 5000 angenommen, entgegensetzt, gleich

$$\frac{60000}{1000}\left(12 + 0{,}0044 \,.\, 18^2 + \frac{1000}{5000}\right) = 818 \text{ kg}.$$

Der Widerstand des beladenen Zuges im Gewichte von P gleich 1000000 kg ist gleich

$$\frac{1000000}{1000}\left(1 + 0{,}04 \,.\, 18 + \frac{1000}{5000}\right) = 1920 \text{ kg}$$

und daher die durch die Lokomotive auszuübende Zugkraft $818 + 1920 = 2738$ kg. Wird diese Kraft bei einem Füllungsgrade der Dampfcylinder von a gleich 25 entwickelt, so steigt sie für a gleich 50 auf

$$2738 \,.\, \frac{13{,}5\sqrt{25}-28}{13{,}5\sqrt{50}-28} = 4679 \text{ kg}.$$

Unter Ermäfsigung der Zuggeschwindigkeit auf 13 km pro Stunde darf die Steigung bei letzterer Zugkraft auf x gleich 443 zunehmen und für den leichteren Zug im Gewichte von P gleich 750000 kg, bei Benutzung der gleichen Lokomotive und unter sonst gleichen Bedingungen auf 292 wachsen.

Ob und unter welchen Umständen es ratsam ist, für die geringere Zugstärke eine leichtere Lokomotive, welche selbstverständlich eine Ermäfsigung der Maximalsteigung bedingt, zu verwenden, ist schon früher erörtert. — Zur Bestimmung der Dimensionen der Lokomotive kann die bekannte, für a gleich 25 zu entwickelnde Zugkraft von 2783 kg benutzt werden.

Ist der Treibradhalbmesser gleich 140 cm, der Kolbenhub gleich 62 cm und der Dampfüberdruck im Kessel gleich 9 kg pro qcm, so wird der nutzbare mittlere Dampfdruck für a gleich 25 nach der Formel

$$p^1 = \frac{p}{100}(13,5\sqrt{a}-28) = \frac{9}{100}(13,5\sqrt{25}-28) = 3,555 \text{ kg}$$

und die Zugkraft, wenn x den unbekannten Cylinderhalbmesser bedeutet, gleich

$$\frac{3,555 \, . \, x^2 \, . \, \pi \, . \, 4 \, . \, 62 \, .}{\pi \, . \, 140} = 2783 \text{ kg} \quad \text{und} \quad x = \sqrt{\frac{2783 \, . \, 140}{3,555 \, . \, 4 \, . \, 62}} = 21 \text{ cm},$$

also der Cylinderdurchmesser gleich 42 cm.

Die Höhe der Betriebskosten der Konkurrenzlinien hängt von der Stärke des Verkehrs, von der Geschwindigkeit der Züge und den Steigungs- und Krümmungsverhältnissen der Bahn ab.

Es soll angenommen werden, dafs der Einflufs der Krümmungen auf die aufgewendeten Zugkräfte durch Einführung von Steigungen mit gleichen Widerständen in Rechnung gebracht sei.

Wird das Gewicht der nach beiden Richtungen hin über die ganze Strecke zu befördernden Güter zu 16 000 000 kg und das Eigengewicht der Wagen zu 50% der Nutzlast angenommen, so müssen für P gleich 1 000 000 kg täglich 24 Züge die Bahn nach beiden Richtungen hin durchfahren. Für P gleich 750 000 wächst die Zahl der Doppelzüge auf 32.

Es mögen nun in der für P gleich 1 000 000 kg tracierten Linie:

100 km in der Horizontalen,
50 „ in einer Steigung von x gleich 1000,
30 „ in einer Steigung von x gleich -1000 und
19,5 „ in der Maximalsteigung von x gleich 443 liegen.

Die Berechnung der Betriebskosten kann nach den zur Bestimmung der vorteilhaftesten Geschwindigkeit der Züge aufgestellten Formeln vorgenommen werden.

Wird die Geschwindigkeit des Zuges in der Horizontalen und im Gefälle zu 20 km, in der Steigung von $\frac{1}{1000}$ zu 18 km und in der Maximalsteigung von $\frac{1}{443}$ zu 13 km angenommen, so bedingt die Maximalsteigung eine Zugkraft von

$$Z = \frac{1000000}{1000}\left(1 + 0,04 \, . \, 13 + \frac{1000}{443}\right) + \frac{60000}{1000}\left(12 + 0,0044 \, . \, 13^2 + \frac{1000}{443}\right) = 4679 \text{ kg}$$

und eine Cylinderfüllung von a gleich 50.

Bei einer Geschwindigkeit von v gleich 18 km wird in der Steigung von $\frac{1}{1000}$ die Zugkraft gleich

$$Z = \frac{1000000}{1000}\left(1 + 0,04 \, . \, 18 + \frac{1000}{1000}\right) + \frac{60000}{1000}\left(12 + 0,0044 \, . \, 18^2 + \frac{1000}{1000}\right) = 3586 \text{ kg}$$

und die entsprechende Cylinderfüllung a gleich 35. Für $x = \infty$ und v gleich 20, ist

$$Z = \frac{1000000}{1000}(1 + 0,04 \, . \, 20) + \frac{60000}{1000}(12 + 0,0044 \, . \, 20^2) = 2626 \text{ kg}$$

und a gleich 24; für x gleich -1000 und v gleich 20 wird

$$Z = \frac{1000000}{1000}\left(1 + 0,04 \, . \, 20 - \frac{1000}{1000}\right) + \frac{60000}{1000}\left(12 + 0,0044 \, . \, 20^2 - \frac{1000}{1000}\right) = 1566 \text{ kg}$$

und a gleich 14, für x gleich -443 und v gleich 20, ist die Zugkraft

$$Z = \frac{1000000}{1000}\left(1 + 0,04 \, . \, 20 - \frac{1000}{443}\right) + \frac{60000}{1000}\left(12 + 0,0044 \, . \, 20^2 - \frac{1000}{443}\right) = 133 \text{ kg}.$$

Wird in dem Gefälle von 1:443 der Füllungsgrad der Cylinder zu a gleich 5 angenommen, so entwickelt die Lokomotive eine Zugkraft von 548 kg, es resultiert also ein Überschufs an Kraft, welcher gleich $548 - 133 = 415$ kg ist und der durch Anziehen der Bremsen zerstört werden mufs.

Trotz dieses Überschusses an Zugkraft für a gleich 5 wird diese Füllung bei vorliegendem und auch bei stärkerem Gefälle nicht vermieden werden können. Ein gewisser Dampfverbrauch ist immer nötig zur Verhinderung einer zu starken Erhitzung von Kolben und Cylindern, als Mafs desselben ist, mit der Praxis übereinstimmend, $^1/_{20}$ Cylinderfüllung angenommen.

Da ein höherer Expansionsgrad als a gleich 25 aus schon früher angegebenen Gründen unthunlich ist, so hilft man sich in allen den Fällen, wo die Rechnung eine höhere Expansion nötig macht, dadurch, dafs man durch teilweises Schliefsen des Regulators den Dampf von vorn herein in expandiertem Zustande in die Cylinder eintreten läfst und die Steuerung auf a gleich 25 stellt.

Bei der Berechnung der Zugkraft, wenn $a < 25$ ist, wurde angenommen, dafs sich der Dampfverbrauch in demselben Verhältnisse verringert, in welchem die Zugkraft kleiner wird als die, welche einer Cylinderfüllung von a gleich 25 entspricht.

Dieser Dampfverbrauch ist, der Gleichmäfsigkeit der Formeln wegen, in Prozenten des Kolbenhubes ausgedrückt. In allen den Fällen demnach, in welchen a kleiner ist als 25, bezeichnet a nur eine Rechnungsgröfse, die also nicht aus der früher aufgestellten Formel

$$p^1 = \frac{p}{100} \cdot (13{,}5\sqrt{a} - 28)$$

bestimmt werden darf. Zur Berechnung der Betriebskosten übergehend, welche jeder Zug im Gewichte von $P = 1000000$ kg bei einem einmaligen Durchlaufen der Bahn nach den beiden Richtungen hin (ein Doppelzug) verursacht, dient zur Bestimmung der Ausgabe für Kohlen und Wasser die Formel 4

$$\frac{G^2}{L} = \frac{0{,}2 \,.\, m \,.\, h \,.\, r^2 \gamma}{n \,.\, R} \,.\, a\,.$$

Wird, wie früher, m gleich 2 M. pro 100 kg Kohlen und 800 kg Wasser und γ, unter Berücksichtigung des mechanisch mit dem Dampfe übergerissenen Wassers, zu 6 angenommen und werden für h, r und R die entsprechenden Mafse der Dimensionen der Lokomotive eingeführt, so betragen die Kosten pro km $\frac{0{,}2 \,.\, 2 \,.\, 0{,}62 \,.\, 0{,}21^2 \,.\, 6}{8 \,.\, 0{,}7} a = 0{,}017 \,.\, a$ Mark.

In der Steigung von 1:443 ist a gleich 50, die Ausgabe pro km Bahnlänge daher gleich 0,0117 . 50 = 0,585 M. und für die ganze Strecke von 19,5 km Länge 19,5 . 0,585 = 11,41 M. 50 km der Bahn liegen in einer Steigung von 1:1000 und 50 km desgl. in einem Gefälle von 1:1000; dieses Gefälle tritt bei der Rückfahrt als Steigung und die Steigung bei der Hinfahrt als Gefälle auf, es sind demnach für die Doppeltour 100 km mit 1:1000 Steigung und 100 km mit 1:1000 Gefälle in Rechnung zu bringen.

Da die Steigung mit $a = 35$ durchfahren werden mufs, beträgt die Ausgabe 100 . 0,0117 . 35 = 40,95 M. und für das mit a gleich 14 zu durchfahrende Gefälle 100 . 0,0117 . 14 = 16,38 M.

Bei der Doppeltour werden ferner 200 km in der Horizontalen liegende Bahnstrecken mit a gleich 24 durchfahren, die resultierende Ausgabe ist gleich 200 . 0,0117 . 24 = 56,16 M. und die für die 19,5 km lange mit a gleich 5 zu durchfahrende Gefällstrecke von 1:443, 19,5 . 0,0117 . 5 = 1,14 M.

Die ganze Ausgabe für Wasser und Kohlen berechnet sich daher für jeden Doppelzug zu

$$11{,}41 + 40{,}95 + 16{,}38 + 56{,}16 + 1{,}14 = 126{,}04 \text{ M.}$$

Die Besoldung des Fahrpersonals beträgt pro km Bahnlänge nach Gleichung 8: $M \,.\, \left(\frac{1}{v} + c\right)$ Mark.

Wird c gleich $^1/_{60}$ gesetzt und unter Berücksichtigung des Umstandes, dafs wegen der Steigung von 1:443 in vorliegendem Falle mehr Bremswagen zu bedienen sind, als bei dem früheren Beispiele, der Koeffizient M von 2,831 auf 3 erhöht, so beträgt die Besoldung $3 \,.\, \left(\frac{1}{v} + \frac{1}{60}\right)$ Mark pro km und, da bei der Doppeltour

319,5 km mit der Geschwindigkeit von v gleich 20,
100,0 „ „ „ „ „ v „ 18 und
19,5 „ „ „ „ „ v „ 13

durchfahren werden, die Ausgabe für Besoldung

$$319{,}5 \,.\, 3\left(\frac{1}{20} + \frac{1}{60}\right) = 63{,}90 \text{ M. für } v \text{ gleich } 20$$

$$100 \,.\, 3\left(\frac{1}{18} + \frac{1}{60}\right) = 21{,}67 \;\text{„ „ } v \text{ „ } 18 \text{ und}$$

$$19{,}5 \,.\, 3\left(\frac{1}{18} + \frac{1}{60}\right) = 5{,}47 \;\text{„ „ } v \text{ „ } 13$$

also im ganzen 91,04 M.

Für Verzinsung und Amortisation der Anschaffungskosten der Wagen ist nach Gleich. 9 auszugeben:

$$\frac{D \,.\, \left(\frac{1}{v} + c\right) N}{16 \,.\, 365} \text{ Mark pro km und als gleiche Ausgabe für Lokomotiven nach Gleich. 12: } \frac{\left(\frac{1}{v} + c\right) F}{8 \,.\, 365}.$$

Für $D = 100$, $N = 144$, $F = 4000$ und $c = \frac{1}{60}$ betragen beide Ausgaben zusammen

$$\frac{100\left(\frac{1}{v} + \frac{1}{60}\right) 144}{16 \,.\, 365} + \frac{4000\left(\frac{1}{v} + \frac{1}{60}\right)}{8 \,.\, 356} = 3{,}8356\left(\frac{1}{v} + \frac{1}{60}\right).$$

Für eine Doppelfahrt ist daher im ganzen auszugeben:

$$3{,}8356\left[319{,}5\left(\frac{1}{20} + \frac{1}{60}\right) + 100\left(\frac{1}{18} + \frac{1}{60}\right) + 19{,}5\left(\frac{1}{18} + \frac{1}{60}\right)\right] = 116{,}39 \text{ M.}$$

Die Reparaturkosten der Wagen sind nach Gleichung 10 gleich $E(1 + 0{,}04\, v)\, N$, wobei N gleich 144 und E, da der Zug aus lauter offenen Wagen bestehen soll, zu 0,00182 anzunehmen ist.

Für eine Doppeltour berechnen sich daher die Wagenreparaturkosten zu

$$319{,}5\,(1 + 0{,}04 \,.\, 20) \,.\, 0{,}00182 \,.\, 144 = 150{,}68 \text{ M. für } v \text{ gleich } 20$$

$$100\,(1 + 0{,}04 \,.\, 18) \,.\, 0{,}00182 \,.\, 144 = 45{,}08 \;\text{„ „ } v \text{ „ } 18 \text{ und}$$

$$19{,}5\,(1 + 0{,}04 \,.\, 13) \,.\, 0{,}00182 \,.\, 144 = 7{,}77 \;\text{„ „ } v \text{ „ } 13$$

also im ganzen zu 208,53 M.

Die Reparaturkosten der Lokomotiven betragen nach Gleichung 13:

$$a\,.\,\frac{H}{30} \quad \text{oder} \quad a\,\frac{0{,}2}{30}, \text{ wenn } H = 0{,}2 \text{ M. gesetzt wird.}$$

Diese Formel ergibt als Ausgabe für Reparatur der Lokomotive, wenn für a die den verschiedenen Steigungen entsprechenden Cylinderfüllungen eingesetzt werden:

$19{,}5\,.\,50\,.\,\frac{0{,}2}{30} = 6{,}50$ M. in der Steigung von x gleich 443

$100\,.\,35\,.\,\frac{0{,}2}{30} = 23{,}33$ „ „ „ „ „ x „ 1000

$200\,.\,24\,.\,\frac{0{,}2}{30} = 32{,}00$ „ „ „ „ „ x „ ∞

$100\,.\,14\,.\,\frac{0{,}2}{30} = 9{,}33$ „ „ „ „ „ x „ -1000

$19{,}5\,.\,5\,.\,\frac{0{,}2}{30} = 0{,}65$ „ „ „ „ „ x „ -443

also im ganzen 71,81 M.

Die Kosten der Bahnunterhaltung betragen, wenn von dem Einflusse der Witterung auf dieselben abgesehen wird, nach Gleichung 17

$$0{,}000000111\,(P + 2\,Q) + 0{,}0000000074\,(P + 2\,Q)\,v + 0{,}000025\,.\,Z \text{ Mark per km.}$$

Für P gleich 1 000 000 und Q gleich 60 000 ergibt der erste, von der Geschwindigkeit und Zugkraft unabhängige Faktor pro Zug und km eine Ausgabe von 0,12432 M. pro km, also für eine Doppelfahrt 439 . 0,12432 = 54,58 M.

Der zweite, von der Geschwindigkeit des Zuges abhängige Faktor ergibt, nach Einsetzung der Werte P, x und Q, 0,008288 . v Mark als Ausgabe pro km; 19,5 km werden mit einer Geschwindigkeit von v gleich 13 km durchfahren, sie kosten also: 19,5 . 13 . 0,008288 = 2,10 M.

Die 319,5 km, welche mit $v = 20$ durchfahren werden, kosten: 319,5 . 20 . 0,008288 = 52,96 M., 100 km werden mit $v = 18$ durchfahren und kosten: 100 . 18 . 0,008288 = 14,92 M.

Mit einer Zugkraft $Z = 4679$ kg werden 19,5 km durchfahren, die entsprechenden Bahnunterhaltungskosten betragen: 0,000025 . 4679 . 19,5 = 2,28 M., 100 km verlangen eine Zugkraft von 3586 kg und kosten: 0,000025 . 3586 . 100 = 8,97 M.

Bei 200 km ist $Z = 2626$ und die Höhe der Bahnunterhaltungskosten gleich 0,000025 . 2626 . 200 = 13,13 M., 100 im Gefälle liegende km Bahnlängen bedingen eine Zugkraft von $Z = 1566$ kg und eine Ausgabe von 0,000025 . 1566 . 100 = 3,91 M. und die 19,5 km mit einer durch die Bremsen zu zerstörenden Zugkraft von 415 kg eine solche von 0,000025 . 415 . 19,5 = 0,20 M.

Die gesamten Bahnunterhaltungskosten betragen daher für einen Doppelzug

$$54{,}58 + 2{,}10 + 52{,}96 + 14{,}92 + 2{,}28 + 8{,}97 + 13{,}13 + 3{,}91 + 0{,}20 = 153{,}05 \text{ M.}$$

Die durch den Doppelzug von F gleich 1 000 000 kg im ganzen erwachsenden Betriebskosten sind demnach gleich

126,04 M. Ausgabe für Wasser und Kohlen,
91,04 „ „ „ Besoldung des Fahrpersonals,
116,39 „ „ „ Verzinsung und Amortisation von Wagen und Lokomotiven,
275,34 „ „ „ Reparatur von Lokomotiven und Wagen,
153,05 „ „ „ Bahnunterhaltungskosten.

761,86 M. im ganzen.

Da die Bahn täglich von 24, also pro Jahr von 365 . 24 = 8760 Doppelzügen durchfahren wird, so betragen die Betriebskosten pro Jahr 8760 . 761,86 = 6673893,6 M.

Diese Ausgabe mit 5% Zinsen kapitalisiert, ergibt: 133 477 872 M.

Liegen in der zweiten, für den Güterzug von 108 beladenen Achsen im Gewichte von P gleich 75 000 kg tracierten Strecke, zu deren Betrieb die gleiche Lokomotive, wie bei der ersten Trace benutzt werden soll,
100 km in der Horizontalen,
50 „ in einer Steigung von x gleich 800,
50 „ in einem Gefälle von x gleich 800 und
13 „ in der mit a gleich 50 und v gleich 13 km

zu durchfahrenden Maximalsteigung, so berechnet sich diese zu x gleich 292.

Wird, wie oben, die Geschwindigkeit des Zuges in der Horizontalen und im Gefälle zu v gleich 20 km und in der Steigung von x gleich 800 zu v gleich 18 km angenommen, so sind die Längen der bei einer Doppelfahrt zu durchfahrenden Strecken in Kilometern und die entsprechenden Zugkräfte und Cylinderfüllungen in folgender Tabelle angegeben:



km	v	x	Z	a
13	13	292	4679	50
100	18	800	3108	29
200	20	∞	2176	20
100	20	—800	1163	11
13	20	—292	1146	5

wobei wieder die für x gleich —292 angegebene Zugkraft durch die Bremsen zu zerstören ist.

Die Ausgabe für das Speisematerial der Lokomotiven ist nach Formel 4 gleich

13 . 50 . 0,0117 = 7,60 M. für x gleich 292
100 . 29 . 0,0117 = 33,93 „ „ x „ 800
200 . 20 . 0,0117 = 46,80 „ „ x „ ∞
100 . 11 . 0,0117 = 12,87 „ „ x „ —800 und
13 . 5 . 0,0117 = 0,76 „ „ x „ —292,

also im ganzen 101,96 M. für jeden Doppelzug.

In der Ausgabe für Besoldung des Fahrpersonals nach Gleichung 8: „$M . \left(\frac{1}{v} + \frac{1}{60}\right)$“ darf M gegen früher auf 2,9 ermäfsigt werden, da das Bremspersonal gegen das des früheren Zuges verringert werden kann.

Unter Einsetzung dieses Wertes in die Formel $M . \left(\frac{1}{v} + \frac{1}{60}\right)$ beträgt die Besoldung für eine Doppeltour

$$\left[313 . \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{60}\right) + 100 \left(\frac{1}{18} + \frac{1}{60}\right) + 13 \left(\frac{1}{13} + \frac{1}{60}\right)\right] . 2{,}9 = 84{,}97 \text{ M.}$$

Die Ausgabe für Verzinsung und Amortisation der Anschaffungskosten von Lokomotiven und Wagen wird nach den Formeln 9 und 12 gleich

$$\frac{100 \left(\frac{1}{v} + \frac{1}{60}\right) 108}{16 . 365} + \frac{4000 \left(\frac{1}{v} + \frac{1}{60}\right)}{8 . 365} \text{ Mark pro km,}$$

also für eine Doppeltour

$$3{,}2192 \left[313 \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{60}\right) + 100 \left(\frac{1}{18} + \frac{1}{60}\right) + 13 \left(\frac{1}{13} + \frac{1}{60}\right)\right] = 93{,}34 \text{ M.}$$

Die Wagenreparaturkosten berechnen sich für den Doppelzug nach Formel 10 zu

$$[313 . (1 + 0{,}04 . 20) + 100 (1 + 0{,}04 . 18) + 13 . (1 + 0{,}04 . 13)]\ 108 . 0{,}00182 = 148 \text{ M.}$$

Für Reparatur der Lokomotiven ist aufzuwenden:

$13 . 50 . \frac{0{,}2}{30}$ = 4,33 M. in der Steigung von x gleich 292
$100 . 29 . \frac{0{,}2}{30}$ = 19,33 „ „ „ „ „ x „ 800
$200 . 20 . \frac{0{,}2}{30}$ = 26,66 „ „ „ „ „ x „ ∞
$100 . 11 . \frac{0{,}2}{30}$ = 7,33 „ „ „ „ „ x „ —800 und
$13 . 5 . \frac{0{,}2}{30}$ = 0,43 „ „ „ „ „ x „ —292

also im ganzen 58,10 M. und für Lokomotiven und Wagen zusammengenommen 148,33 + 58,10 = 206,43 M.

Die Höhe der Bahnunterhaltungskosten beträgt für das erste, von der Geschwindigkeit und Zugkraft unabhängige Glied der Gleichung 17:

$$426 . 0{,}000000111 . (750000 + 2 . 60000) = 41{,}14 \text{ M.}$$

Das zweite Glied berechnet sich zu

$$0{,}0000000074\ (750000 + 2 . 60000)\ (313 . 20 + 10 . 18 + 13 . 13) = 59{,}42 \text{ M.}$$

Der von der Zugkraft abhängige Teil der Bahnunterhaltungskosten beträgt

$$0{,}000025\ (13 . 4679 + 100 . 3108 + 200 . 2176 + 100 . 1163 + 13 . 1146) = 23{,}45 \text{ M.}$$

Die Gesamthöhe der Bahnunterhaltungskosten für einen Doppelzug ist daher gleich

$$41{,}14 + 59{,}42 + 23{,}45 = 124{,}01 \text{ M.}$$

und die der durch einen Doppelzug im Gewichte von P gleich 750000 kg entstehenden Betriebskosten im ganzen gleich

101,96 M., Ausgabe für Wasser und Kohlen
84,97 „ „ „ Besoldung des Fahrpersonals
93,34 „ „ „ Verzinsung und Amortisation der Wagen und Lokomotiven
206,43 „ „ „ Reparatur von Wagen und Lokomotiven
124,01 „ „ „ Unterhaltung des Bahnoberbaues

610,71 M. in Summa.

Nach dem Programme wird die Bahn täglich von 32 Doppelzügen im Gewichte von je 750000 kg, also pro Jahr von 32 . 365 = 11680 Doppelzügen durchfahren; die Betriebskosten betragen daher pro Jahr 11680 . 610,71 = 7133092,8 M. und ergeben, zu 5% kapitalisiert, eine Summe von 142 661 856 M.

Wird diese letzte Zahl mit 133 477 872 M., der entsprechenden der für P gleich 1 000 000 kg tracierten Linie verglichen, so ist ersichtlich, dafs die Baukosten der für P gleich 1 000 000 kg tracierten Linie bis zu 142 661 856 — 133 477 872 = 9 183 984 M. höher sein dürfen, als jene der zweiten Trace, ehe diese letztere die vorteilhaftere wird.

Die Zahl 9 183 984 wächst und fällt in dem gleichen Verhältnisse, in welchem der Verkehr zu- und abnimmt; sie gibt also, mit den Baukosten der Konkurrenzlinien verglichen, deutlich die Grenze an, bis zu welcher der Güterverkehr zu- oder abnehmen mufs, wenn beide Tracen gleich vorteilhaft werden sollen.

Eine voraussichtliche spätere Hebung des Verkehrs spricht für die teuere Linie mit den geringeren Betriebskosten, eine wahrscheinliche Verminderung desselben, etwa durch eine Konkurrenzbahn, gegen dieselbe.

Die Betriebskosten betrugen für die mit einer Zugstärke von 144 Achsen tracierte Bahnlinie pro Jahr 6673893,6 M. und 7133092,8 M, wenn die Zugstärke auf 108 Achsen abnahm.

In diesen Summen sind die Verzinsungs- und Amortisationsausgaben für Lokomotiven und Wagen mit enthalten, sie lassen aber weder die Höhe der Beschaffungskosten, also des ersten Anlagekapitals, noch der Zahl der erforderlichen Lokomotiven und Wagen direkt erkennen.

Da von diesen Zahlen die den Wagen- und Lokomotiv-Reparaturwerkstätten zu gebende Ausdehnung abhängt, so sollen sie hier ermittelt werden.

Die Zahl der pro km Bahnlänge nötigen Lokomotiven betrug

$$\frac{\frac{1}{v} + c}{8} \quad \text{und die der Wagenachsen} \quad \frac{\frac{1}{v} + c}{16} . N,$$

wobei v die Geschwindigkeit des Zuges in km, N die Achsenstärke und c den Aufenthalt pro km Bahnlänge auf den Stationen bezeichnete.

Bei Aufstellung dieser Formeln ist angenommen, dafs jede dienstfähige Lokomotive pro Tag 10 Stunden Dienst thut, der Reparaturbestand sämtlicher Lokomotiven 20% beträgt und dafs von den vorhandenen Wagen sich der dritte Teil in Reparatur befindet, beladen oder entladen wird, oder in Reserve steht.

Wird c, wie früher, zu $^1/_{60}$ Stunde angenommen, so geht der Ausdruck

$$\frac{\frac{1}{v} + c}{8} \quad \text{in} \quad \frac{\frac{1}{v} + \frac{1}{60}}{8} \quad \text{über.}$$

Der Zug von 144 Achsen durchfährt bei einer Doppeltour

319,5 km mit einer Geschwindigkeit von v gleich 20 km pro Stunde
100 „ „ „ „ „ v „ 18 „ „ „
19,4 „ „ „ „ „ v „ 13 „ „ „

Die Zahl der zu einem Zuge nötigen Lokomotiven beträgt daher pro Tag

$$\frac{1}{8}\left[319{,}5 . \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{60}\right) + 100 \left(\frac{1}{18} + \frac{1}{60}\right) + 19{,}5 \left(\frac{1}{13} + \frac{1}{60}\right)\right] \quad \text{und}$$

$$\frac{24}{8}\left[319{,}5 . \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{60}\right) + 100 \left(\frac{1}{18} + \frac{1}{60}\right) + 19{,}5 \left(\frac{1}{13} + \frac{1}{60}\right)\right] = 91{,}04$$

zur Beförderung der 24 täglichen Doppelzüge.

Bei einer Zugstärke von 144 Achsen mufs der Bestand an Wagen, wenn diese zweiachsig angenommen werden und pro Tag 16 gegen dort 8 Stunden Dienst thun, 36 mal gröfser sein, als der an Lokomotiven.

In unserem Falle ist demnach ein Wagenpark von 36 . 91,04 = 3277,44 Stück nötig.

Die Reparaturkosten der Lokomotive sind pro Zug zu 71,81 M. berechnet, betragen also pro Jahr 71,81 . 24 . 365 M. und pro Stück und Jahr $\frac{71{,}81 . 24 . 365}{91{,}04} = 6580{,}1$ M.

Die Wagenreparaturkosten sind pro Doppelzug zu 203,63 M., also pro Jahr zu 203,53 . 24 = 365 M. ermittelt, sie berechnen sich also pro Stück und Jahr zu $\frac{103{,}53 . 24 . 365}{3277 . 44} = 544{,}0$ M.

Bei der zweiten, für eine Zugstärke von 108 Achsen und eine Anzahl von 32 Doppelzügen bestimmten Trace werden pro Doppeltour durchfahren:

313 km mit einer Geschwindigkeit von v gleich 20 km pro Stunde
100 „ „ „ „ „ v „ 18 „ „ „
13 „ „ „ „ „ v „ 18 „ „ „

Die nötige Anzahl von Lokomotiven berechnet sich daher pro Doppelzug zu

$$\frac{1}{8}\left[313\left(\frac{1}{20}+\frac{1}{60}\right)+100\left(\frac{1}{18}+\frac{1}{60}\right)+13\left(\frac{1}{13}+\frac{1}{60}\right)\right]$$

und für die 32 täglich zu befördernden Doppelzüge zu

$$\frac{32}{8}\left[313\left(\frac{1}{20}+\frac{1}{60}\right)+100\left(\frac{1}{18}+\frac{1}{60}\right)+13\left(\frac{1}{13}+\frac{1}{60}\right)\right]=117{,}4 \text{ Stück.}$$

Die Anzahl der nötigen Wagen ist unter den gemachten Voraussetzungen $\frac{108}{4}$ mal größer als die der Lokomotiven, also gleich $\frac{108}{4} \cdot 117{,}4 = 3169{,}8$ Stück.

An Reparaturkosten für Lokomotiven waren aufzuwenden pro Doppelzug 58,10 M.

Die Ausgabe wächst pro Tag auf $32 \cdot 58{,}10$ M. und pro Jahr auf $365 \cdot 32 \cdot 58{,}10$ M., beträgt also pro Lokomotive und Jahr $\frac{365 \cdot 32 \cdot 58{,}10}{117{,}4} = 5780{,}3$ M.

Die Wagenreparaturen verlangen pro Doppelzug einen Geldaufwand von 148,83 M., die Ausgabe beträgt daher pro Wagen und Jahr $\frac{365 \cdot 32 \cdot 148{,}33}{3169{,}8} = 546{,}6$ M.

Ein Vergleich der für beide Bahnlinien gefundenen Resultate zeigt, daſs der Bestand an Wagen für die erste Trace etwas gröſser werden muſs als für die zweite, daſs dagegen bei dieser die Reparaturkosten, jenen gegenüber, pro Wagen etwas wachsen.

Gröſser stellt sich der Unterschied in Bezug auf Lokomotiven.

Zum Betriebe der ersten Strecke sind nötig 91,04 Lokomotiven, die pro Stück eine Ausgabe von 6580,1 M. für Reparaturen bedingen, während die 117,4 Lokomotiven der zweiten Trace nur je 5780,3 M. Reparaturkosten verursachen.

Während für die zweite Linie also die Zahl der zu beschaffenden Lokomotiven, der ersten gegenüber, um fast 29% steigt, nehmen die Reparaturkosten pro Stück um mehr als 12% ab.

Wird ein Reparaturbestand von 20% sämtlicher Lokomotiven für die zweite Linie festgehalten, so muſs, um den Vergleich der Bauwürdigkeit beider Linien richtig führen zu können, dieser Prozentsatz für die erste Trace erhöht werden.

Da der periodisch vorgeschriebenen Revisionen wegen alle Lokomotiven auſser Dienst gestellt werden müssen, so würde man zu hoch greifen, wenn man die 20% sämtlicher Lokomotiven der ersten Trace, welche oben als in Reparatur stehend angenommen würden, um 12% erhöhen wollte. Wird diese Erhöhung auf 10% ermäſsigt, also angenommen, daſs für die erste Trace nicht 20%, sondern 22% aller Lokomotiven dienstunfähig sind, so kommt man der Wahrheit ziemlich nahe.

Unter dieser Annahme erhöht sich die Zahl der für die erste Trace nötigen Lokomotiven auf $\frac{100 \cdot 91{,}04}{98} = 92{,}9$ Stück und die Ausgabe für Verzinsung und Amortisation der Anschaffungskosten der Lokomotiven von $4000 \cdot 91{,}05$ auf $4000 \cdot 92{,}9$ M. oder um $4000 \cdot 1{,}86 = 7440$ M.

Die Betriebskosten der ersten Trace wachsen durch diese Ausgabe von

$$6673893{,}6 \text{ auf } 6673893{,}6 + 7440, \text{ also auf } 6681333{,}6 \text{ M.}$$

und die mit 5% kapitalisierten Betriebskosten auf 133 626 672 M.

§ 17. Reparaturwerkstätten. Über die Gröſse der anzulegenden Reparaturwerkstätten schreiben die technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen folgendes vor:

§ 100. „Es ist zweckmäſsig die Gröſse sämtlicher bedeckten Arbeitsräume für einen Reparaturbestand von 25% der Lokomotiven, 8% der Personenwagen und 3% der Güterwagen einzurichten. Auſserdem sollen 5% der sämtlichen Wagen auf den Gleisen innerhalb der Werkstätteneinfriedigung aufgestellt werden können."

Es wird ferner empfohlen, statt mehrerer kleiner Werkstätten, eine groſse Centralwerkstätte, oder bei bedeutenden Bahnkomplexen, mehrere Centralwerkstätten an den Hauptknotenpunkten der Bahn anzulegen und so auszurüsten, daſs die Reparaturen an den Fahrbetriebsmitteln stets vollständig und schnell ausgeführt werden können.

Indem wir wegen des weiteren auf das Handbuch für specielle Eisenbahntechnik 4. Bd., VII. Kap.: „Einrichtung der Reparaturwerkstätten im allgemeinen und der Schmieden insbesondere", bearbeitet von Theodor Büte, Obermaschinenmeister der Main-Weserbahn zu Kassel, verweisen, können wir es nicht unterlassen, ein Moment hier anzuführen, welches gegen eine streng durchgeführte Centralisierung aller groſsen Arbeiten in einer einzigen Centralwerkstätte spricht.

Wir haben Arbeitseinstellungen im Auge, welche in den letzten Jahren eine so traurige Berühmtheit erlangt haben.

Wenn Eisenbahnen durch Arbeitseinstellungen weniger berührt sind als Privatetablissements, so liegt der Grund hauptsächlich darin, dafs die Arbeiter der Staatsbahnen, die sich eventuell gegenseitig aushelfen können, im Gefühle ihrer Machtlosigkeit Arbeitseinstellungen zu Erreichung hoher Lohnsätze vermieden haben. Bei den grofsen Privatbahnen ist auch eine Centralisierung der Arbeit nicht streng durchgeführt, die Arbeiter halten also auch dort das Heft nicht so in der Hand, wie bei Privatetablissements. Dafs trotzdem auch die Bahnen mit der Eventualität von Arbeitseinstellungen haben rechnen müssen, ist bekannt.

Wenngleich bei der augenblicklichen Lage der Industrie derartige Eventualitäten vorläufig nicht zu befürchten sind, so können sie doch später wieder eintreten und thut man daher gut, sie bei der Anlage von Werkstätten zu berücksichtigen.

In den technischen Vereinbarungen wurde empfohlen, die Lokomotivreparaturschuppen so zu bemessen, dafs sie 25% der sämtlichen vorhandenen Lokomotiven aufnehmen können, während bei unserer Berechnung nur ein Reparaturbestand von 20% resp. 22% vorgesehen ist.

Der Grund, weshalb in den Vereinbarungen dieser Reparaturbestand um ein Viertel erhöht wurde, beruht darin, dafs er nicht im ganzen Jahre gleichmäfsig bleibt und durch besondere Umstände zu Zeiten, z. B. nach Kriegen oder, wenn besonders starke Güter- oder Personentransporte vorhergegangen sind, sich stark erhöhen kann.

Der durchschnittliche Reparaturbestand für die Trace 1 betrug 22%; wird diese Zahl aus den oben angegebenen Gründen um 25%, also auf $27\frac{1}{2}$% erhöht, so ist die Gröfse der Reparaturwerkstätte so zu bemessen, dafs $\frac{27\frac{1}{2}}{100} \,.\, 91{,}04$, also 25 Lokomotiven in ihr Platz finden.

Den Wagenwerkstätten ist nach den technischen Vereinbarungen eine solche Ausdehnung zu geben, dafs $0{,}03 \,.\, 3277{,}44 = 98$ Wagen in bedeckten Räumen und $0{,}05 \,.\, 3277{,}44 = 164$ Wagen aufserdem noch auf den Gleisen innerhalb der Werkstätteeinfriedigung untergebracht werden können.

Für die zweite Trace betrug der durchschnittliche Reparaturbestand an Lokomotiven 20% der gesamten Anzahl; bei einer Erhöhung dieser Zahl auf 25% mufs die Lokomotivreparaturwerkstätte also $0{,}25 \,.\, 117{,}4 = 29$—30 Lokomotiven aufnehmen können.

In den Wagenreparaturwerkstätten müssen untergebracht werden können: $0{,}03 \,.\, 3169{,}8 = 95$ Stück Wagen innerhalb bedeckter Räume und aufserdem: $0{,}05 \,.\, 3169{,}8 = 158$—159 Stück innerhalb der umfriedigten Werkstättenräume.

In den ersten Jahren, so lange Lokomotiven und Wagen noch neu sind, auch der Verkehr sich erst entwickeln soll, werden die Reparaturbestände die angegebenen Zahlen, besonders bei den Lokomotiven, nicht erreichen, es ist daher ratsam, die Werkstätten vorläufig klein anzulegen, eine spätere Vergröfserung jedoch gleich ins Auge zu fassen.

§ 18. Entfernungen der Stationen.

Ein jeder Zug gebraucht zum einmaligen Durchfahren der Bahn nach jeder Richtung hin auf der ersten Trace

$$319{,}5 \,.\left(\frac{1}{20}+\frac{1}{60}\right) + 100\left(\frac{1}{18}+\frac{1}{60}\right) + 19{,}5\left(\frac{1}{13}+\frac{1}{60}\right) = 30{,}35 \text{ Stunden und}$$

$$313 \,.\left(\frac{1}{20}+\frac{1}{60}\right) + 100\left(\frac{1}{18}+\frac{1}{60}\right) + 13\left(\frac{1}{13}+\frac{1}{60}\right) = 29{,}35 \quad ,,$$

auf der zweiten Trace. Die durchschnittliche Geschwindigkeit beträgt daher

$$\frac{319{,}5 + 100 + 19{,}5}{30{,}35} = 14{,}46 \text{ km resp. } \frac{313{,}5 + 100 + 13}{29{,}35} = 14{,}52 \text{ km,}$$

ist also auf beiden Linien nahezu gleich 14,5 km.

Es treffen auf der ersten Trace täglich 24 und auf der zweiten 32 Doppelzüge auf jeder Station ein, die demnach, wenn die Beförderung Tag und Nacht ganz gleichmäfsig erfolgt, in Zwischenräumen von je 1 Stunde von den Stationen der ersten und in solchen von je 0,75 Stunden von denen der zweiten Trace nach jeder Richtung hin abzulassen sind.

Eine eingleisige Bahn vorausgesetzt, darf daher die Entfernung der Stationen der ersten Trace nicht gröfser als $1 \,.\, \frac{14{,}5}{2} = 7{,}25$ km und die der zweiten nicht gröfser als $0{,}75 \,.\, \frac{14{,}5}{2} = 5{,}44$ km sein, wenn mit Stationsdistanz gefahren werden soll.

Werden zur Beförderung der Züge nach einer Richtung hin Vorspannmaschinen nötig, so müssen diese auch als Vorspannmaschinen zurückkehrender Züge auf den Anfangsstationen wieder eintreffen. Es

ist ersichtlich, dafs die Entfernungen der Stationen beider Tracen doppelt so grofs, wie berechnet werden darf, wenn die Bahn doppelgleisig angelegt wird und dafs man in letzterem Falle, unter Beibehaltung der ursprünglichen Stationsentfernungen, mit einer 12stündigen Dienstzeit, also mit einfachem Streckenpersonal auskommen kann.

Durch Einschiebung von Blockstationen ist ein Mittel gegeben, die Stationsentfernungen erheblich zu vergröfsern und gleichzeitig mehrere Züge zwischen zwei Nachbarstationen befördern zu können.

Bei eingleisigen Bahnen ist man in solchen Fällen natürlich gezwungen, die Anordnung der gleichzeitig kursierenden Züge so zu treffen, dafs sie sich nach derselben Richtung hin bewegen.

Da Züge nur in Zeitintervallen von mindestens 5 Minuten einander folgen dürfen, so wäre es zwecklos, die Entfernungen von Blockstationen geringer zu machen, als die Bahnlänge, welche die mit der kleinsten Geschwindigkeit fahrenden Züge in dieser Zeit durchlaufen. Dieses Mafs schwankt, je nach den Steigungsverhältnissen der Bahn, zwischen 0,75 und 1,7 km (Geschwindigkeiten von 9 resp. 20 km pro Stunde vorausgesetzt).

Berücksichtigt man, dafs die auf der Thalfahrt begriffenen Züge auch in Gebirgsstrecken mit Geschwindigkeiten von durchschnittlich 20 km pro Stunde fahren, dafs also für diese das letzte Mafs zutrifft, so ist ersichtlich, dafs eine geringere Entfernung der Blockstationen von einander als 1,7 km sich nicht empfiehlt. Läfst der zu erwartende Verkehr der Bahn eine Beförderung von Zügen in gröfseren Zeitintervallen zu, so darf sich auch die Entfernung der Blockstationen vergröfsern.

Bei Betriebsverhältnissen, wie sie für unsere Tracen 1 und 2 angenommen sind, wird die gröfste noch zulässige Entfernung der Blockstationen gleich 7,25 resp. 5,44 km; also ebenso grofs, wie die Stationsentfernungen.

Der § 195 der technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen schreibt über die Bedingungen der Abfahrt der Züge vor:

Die Abfahrt eines jeden Zuges ist durch den elektrischen Telegraphen der vorliegenden Station zu melden.

Personenzüge sollen nicht vor der im Fahrplan angegebenen Zeit von einer Station abfahren. Die Abfahrt soll nicht erfolgen, bevor alle Seitenthüren der Wagen geschlossen sind und das für die Abfahrt bestimmte Signal gegeben ist.

Es ist dringend zu empfehlen, Vorkehrungen zu treffen, dafs die Aufeinanderfolge der Züge nur nach Raumdistanzen geschehen kann.

Wird nach Zeitdistanz gefahren, so ist die Abfahrt einander folgender Züge so zu bemessen, dafs bei regelmäfsiger Fahrt der nachfolgende Zug mindestens 5 Minuten später als der vorausgegangene auf der nächsten Station eintrifft.

Wenn zwei aufeinanderfolgende Züge einen Wärterposten in einem kürzeren Zeitraum als 5 Minuten passieren, so soll der Bahnwärter dem folgenden Zuge so lange das Haltesignal geben, bis die Zeitdistanz von 5 Minuten erreicht ist.

Nicht fahrplanmäfsige Züge sind womöglich durch einen, die betreffende Strecke vorher passierenden Zug zu signalisieren.

Leer gehende Lokomotiven sind den Zügen gleich zu behandeln.

§ 19. Ausweichegleise. Länge der Horizontalen zwischen Gegengefällen.

Kommen auf Stationen Überholungen oder Kreuzungen von Zügen vor, so sind Ausweichegleise erforderlich, die mit den Rangiergleisen umsomehr zu entwickeln sind, je länger die Züge werden.

Die Ausweichegleise bekommen passend eine Länge, welche zur Aufstellung der längsten noch zulässigen Züge ausreichen.

Nach der Vereinsbestimmung ist die Einstellung von 200 Achsen, nach dem Polizeireglement die von 150 Achsen in einen Zug zulässig.

Die dem Führer zu gewährenden Kohlenprämien werden meist nach der Konstruktion der Maschine, nach der Gattung des Zuges und nach der Zahl der beförderten Achsen berechnet. Für jede Gattung von Lokomotiven ist die Zahl der Achsen bestimmt, welche der Führer ohne Anwendung von Vorspannmaschinen allein befördern soll und werden die Achsen der Personen- und bedeckten Güterwagen, sowie die der beladenen offenen Güterwagen voll, dagegen die der unbeladenen Güterwagen nur zur Hälfte in

Rechnung gebracht. Die der Kohlenprämien-Berechnung zu grunde zu legende Achsenzahl wird mit dem Ausdrucke „Reduzierte Achsenzahl“ bezeichnet.

Viele Stationsvorsteher gehen von der Ansicht aus, dafs mit oben genannter zulässiger Zugstärke diese reduzierte Achsenzahl gemeint, dafs es also zulässig sei, einen aus lauter offenen Güterwagen bestehenden Zug 2.200 gleich 400 resp. 2.150 gleich 300 Achsen stark zu machen.

Wir haben nicht unterlassen wollen, auf diese ziemlich verbreitete, nach unserer Ansicht irrige Auffassung aufmerksam zu machen.

Der § 2 der Grundzüge für die Gestaltung der Haupteisenbahnen schreibt vor, dafs zwischen Gegengefällen oder Gegensteigungen von 1:200 und darüber eine horizontale Strecke, womöglich von der Länge eines Güterzuges eingelegt werden soll.

Wenngleich es zu empfehlen ist, diese Horizontale gleich der gröfsten zulässigen Länge der Züge zu machen, sie also nach einer Zugstärke von 150 Achsen zu bemessen, so sind doch die entgegenstehenden Bedenken, besonders im schwierigen Terrain, wo die Gewinnung dieser grofsen Länge nur mit erheblichen Kosten zu erreichen ist, nicht so grofs, dafs man sie nicht auf die Länge der stärksten beladenen Züge ermäfsigen dürfte.

Bei dem Überschreiten von Wasserscheiden soll diese Horizontale verhindern, dafs die bereits im Gefälle befindlichen vorderen Fahrzeuge, aufser mit der Zugkraft der Lokomotive, auch noch mit ihrer Schwerkraft das hintere Ende des Zuges die Steigung hinaufziehen und die Zugapparate übermäfsig beanspruchen. Bei einem Gegengefälle erleichtert die Horizontale das Anziehen der von dem Gefälle her nachdrückenden hinteren Wagen, ohne die Ketten zu sprengen.

Thut der Schlufsbremser in Gegengefällen seine Schuldigkeit, bremst er also so stark, dafs der Führer den Zug in den Ketten behält, dafs diese demnach nicht schlaff werden, so kommt ein Zerspringen derselben überhaupt nicht vor. Ist der Führer vorsichtig und ermäfsigt nach dem Überschreiten der Wasserscheide die Zugkraft der Lokomotive, während er diese schon verstärkt, ehe er am Fufse eines Gegengefälles ankommt, so erregt eine Horizontale, welche kürzer als die Länge des Zuges ist, keine Bedenken, besonders wenn dieser aus unbeladenen Wagen besteht.

Die Zugstärke von 144 Achsen bedingte in unserem Beispiele die Einlegung von 24, die von 108 Achsen die Einlegung von 32 Doppelzügen.

Die gröfsere Anzahl der Züge verlangt ein stärkeres Bahnhofspersonal und eine sorgfältigere Bewachung der Strecke; Unregelmäfsigkeiten in der Beförderung der rascher aufeinanderfolgenden Züge erzeugen leichter Betriebsstörungen und erschweren die Streckenreparaturen, die öfter unterbrochen werden müssen.

Weit von einander entfernt liegende Stationen zwingen oft zur Vergröfserung der Geschwindigkeit über das günstigste Mafs und verteuern den Betrieb.

Gegen starke Güterzüge dürften folgende Gründe sprechen.

Einen schweren Zug hat der Führer weniger in der Gewalt, als leichtere, bei Gefahr kann er ihn nicht so rasch zum Stehen bringen und hängt er mehr von dem Bremserpersonal ab.

Zerstörungen bei Unglücksfällen wachsen im allgemeinen mit der Länge und Schwere des Zuges, der aufserdem im Gefälle stark nachdrückt. Es leidet ferner die Übersichtlichkeit durch den Zugführer und Lokomotivführer von Zügen mit grofser Länge.

Sollen Wagen ausgesetzt oder einrangiert werden, so wächst gleichfalls die Schwierigkeit und der dazu nötige Aufenthalt mit der Zuglänge.



Litteratur.

Berechnung der Differenzen und Widerstände bei Krümmungen. Förster's Bauz. 1837, S. 5.

Betriebskosten der Eisenbahnen. Allg. Organ f. Hand. 1843, S. 86.

Betriebskosten einiger engl. Bahnen. Dingl. polyt. Journ. 76. Bd., S. 394.

Betriebsmaterial, über Dauer und Unterhaltungskosten desselben auf der North-Eastern-Eisenbahn. Org. f. Eisenbahnw. 1866, S. 180. Zeitschr. d. Ver. deutscher Eisenbahnverw. 1865, S. 312. Nach dem Engineer.

Bochet. Ermittelung der gleitenden Reibung auf Eisenbahnschienen. Polyt. Centralbl. 1862, S. 885.

Booth. Über den Widerstand der Luft auf Eisenbahnen. Railway magaz., Vol. 6, S. 6.

Brennmaterialverbrauch der Lokomotiven der Great-Northernbahn. Org. f. Eisenbahnw. 1866, S. 238. The Engineer 1865, S. 301.

Brennmaterialverbrauch und Kosten der Lokomotivheizung auf den preufsischen Eisenbahnen. Eisenbahnzeitung 1844, S. 402.

Brennmaterialverbrauch der Lokomotiven von der elsässischen Bahn. Eisenbahnz. 1844, S. 403.

Brennmaterialverbrauch für Lokomotiven. Eisenbahnz. 1844, S. 114.

Clapeyron. Versuche über die Zugkraft einer Lokomotive. Moniteur industriel 1846, No. 1045. Heusinger v. Waldegg. Organ. 2. Bd., S. 86. Polyt. Centralbl. 1846, 8. Bd., S. 419.

Clark. Experimentelle Untersuchungen über die Prinzipien der Lokomotivkessel. Heusinger's Organ f. Eisenbahnw. 8. Bd. 1853.

Clark and Colburn. Recent practice in the locomotive engine. Glasgow, Edinburgh and London 1860.

Claufs. Zugwiderstand auf Eisenbahnen, verursacht durch Reibung und Schwerkraft. Organ f. Eisenbahnw. 1868, S. 83.

Claufs. Indikator zur Messung und Aufzeichnung der Schwankungen von Lokomotiven und Wagen, bezw. der Unebenheiten des Bahnoberbaus. Org. f. Eisenbahnw. 1869, S. 218.

Claufs, W. Graphisch darstellende Gleisindikatoren, Geschwindigkeits-, Überhöhungs- und Spurmesser für Eisenbahnrevisionswagen. Org. f. Eisenbahnw. 1877, S. 98.

Dirkson. Kosten der Lokomotivkraft. Dingl. polyt. Journal. 84. Bd., S. 161 u. 241.

Dixon. Versuche über den Widerstand auf Eisenbahnen. Engineer, 1862, 21. März. Zeitschr. d. Ver. deutscher Eisenbahnverw. 1862, S. 413.

Dixon. Versuche über den Zugwiderstand auf Eisenbahnen. Zeitschr. d. Ver. deutscher Eisenbahnverwaltungen. 1864, S. 28.

Die Eisenbahn. Über die beste Methode des Baues und Betriebes von Gebirgsbahnen. 1875, S. 134.

Fink, Pius. Über den Einflufs der Verkehrs- und Traceverhältnisse auf die Betriebskosten und die Höhe der Tarifsätze beim Eisenbahntransport. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1870, Heft VIII.

Frank. Über Abnutzung der Lokomotivtriebräder. Heusinger's Organ. 1867.

Frehner. Über Unterhaltungskosten der Eisenbahnen. Journ. de l'industrie No. 1, S. 60. Polyt. Centralblatt 1836. S. 750.

Fuchs. Über den Widerstand der Eisenbahnfahrzeuge in Kurven. Org. f. Eisenbahnw. 1868, S. 66.

Garke und Brandt. Versuche über den Widerstand auf Eisenbahnen. Erbkam's Zeitschr. f. Bauw. Jahrg. 5, S. 228. Org. f. Eisenbahnw. 1855, S. 78.

Gentil. Über Wirkung der Bremsapparate und die Verteilung derselben in einem Eisenbahnzuge. Org. f. Eisenbahnw. 1857, S. 180.

Glaser und Morandière. Notizen und Experimentalresultate über die Befahrung steiler Rampen. Org. f. Eisenbahnw. 1870, S. 47.

Gooch. Versuche über den Widerstand auf Eisenbahnen bei verschiedenen Geschwindigkeiten. Proceedings of the Institution of Civil-Engineers. Vol. 7, S. 292.

Gooch. Versuche über den Widerstand, welchen die mit verschiedenen Geschwindigkeiten laufenden Wagenzüge auf Eisenbahnen erleiden. Monit. industr. 1848, No. 1288. Dingler's polytechn. Journ. Bd. 111, S. 401. Org. f. Eisenbahnw., 1849, S. 82.

Hacket. Über den Widerstand der Luft bei Eisenbahnzügen. Railway magaz. Vol. 6, S. 399.

Harding. Über den Widerstand auf Eisenbahnen bei verschiedenen Geschwindigkeiten. Institution of Civil-Engineers. Vol. 5, S. 405.

Harding'sche Formel für den Zugwiderstand. Org. f. Eisenbahnw. Bd. 9, S. 144; Bd. 10, S. 78.

Herapath. Über den Widerstand der Luft bei den Eisenbahnwagen. Railway magaz. Vol. 2, S. 89.



Heusinger v. Waldegg. Skizzen und Hauptdimensionen der Lokomotiven. Anhang des dritten Supplementbandes zum techn. Org. 2. Aufl. Wiesbaden, 1870.

Heusinger v. Waldegg. Handbuch der speciellen Eisenbahntechnik. 4 Bände. Leipzig 1870—1877.

Heyne. Das Tracieren der Eisenbahnen in vier Beispielen, mit einem Anhange. Mit Atlas. Wien.

Hoffmann. Über Tracierung von Eisenbahnlinien im offenen und coupierten Terrain. 2. Aufl. Wien 1871.

Hladik. Über die Bestimmung der erforderlichen Anzahl Bremsen bei Eisenbahnzügen. 1866, S. 6.

Jullien. Über die Kosten des Transports auf Eisenbahnen. Ann. des ponts et chaussées. 1844. 4. Bd., S. 1—69.

v. Kaven, A. Vorarbeiten zu Eisenbahnlinien. Aachen 1876.

Kirchweger. Über Widerstand auf Eisenbahnen. Zeitschr. d. Ver. deutscher Eisenbahnverw. 1862, S. 985.

Kirchweger. Versuche über Zapfenreibung. Org. f. Eisenbahnw. 1864, S. 56.

Koch, R. Das Eisenbahnmaschinenwesen. Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

Koch, R. Handbuch für specielle Eisenbahntechnik. XVII. Kap. II. Aufl.

Kraufs. Eisenbahnschienen und rollende Reibung. Org. f. Eisenbahnw. 1866, S. 56.

Lamarle. Über die Reibung auf Eisenbahnen. Ann. des ponts et chaussées. Taf. 7, S. 33.

Landauer. Untersuchung des Drucks zwischen den Berührungsflächen der Schienen und Räder bei Eisenbahnen und seines Einflusses auf die Zugkraft der Maschine und auf den Widerstand des Zuges. Zeitschr. d. österr. Ing.-Ver. 1850, S. 144.

Lardner. Über den Widerstand der Luft gegen die auf den Eisenbahnen fahrenden Wagenzüge. Dingl. polyt. Journ. Bd. 74, S. 321. Polyt. Centralbl. 1840, S. 145.

Lardner. Versuche über den Widerstand, welchen die Luft den Lokomotiven und Eisenbahnwagen entgegensetzt. Technologist. Jan. 1848. Dingler's polyt. Journal. Bd. 98, S. 245. Org. f. Eisenbahnw. 1848, S. 99.

Launhardt. Die Betriebskosten der Eisenbahnen. Ergänzungsheft des 4. Bandes des Handbuchs für specielle Eisenbahntechnik.

Leistungen und Brennmaterialverbrauch, sowie Kosten der Zugkraft von den Lokomotiven der Köln-Mindener Bahn. Bericht der Köln-Mindener Bahn pro 1853. Beiblatt zum Org. f. d. Fortschritte des Eisenbahnw. 1854, S. 35.

Luftwiderstand, über den auf Bahnen. Mechan. magaz. Vol. 30, S. 244. 265, 297, 300 u. 362.

Luftwiderstand, über den bei gewissen Arten von Eisenbahnrädern. Polyt. Centralblatt. 1849, S. 1501.

Luftwiderstand, Versuche über den bei Eisenbahnfahrten. Dingl. polyt. Journal. Bd. 108. S. 245,

Meyer, G. Über die Gröfse des Widerstandes auf Eisenbahnen. Zeitschr. d. Ver. deutscher Eisenbahnverw. 1863, S. 594.

Nördlinger. Entfernung der Wasserstationen. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1871, S. 321.

Oppermann. Traité complet des chemins de fer économiques. Mit Atlas. Paris 1873.

Pambour. Über die Gröfse der rollenden Reibung an den Rädern der Eisenbahnwagen. Comptes rendus. 1843, T. XVII, S. 1050. Polyt. Centralbl. 1844. Bd. 3, S. 87. Eisenbahnzeit. 1844, S. 74.

Pambour. Über den Widerstand der Wagen auf Schienenwegen. Karsten's Archiv. 1836, Bd. 9, S. 493. Polyt. Centralbl. 1836, S. 887 u. 903.

Pambour. Versuche über den Widerstand der Luft gegen Eisenbahnwagen und über die Reibung der Räder an den Schienen. Compt. rend. Vol. 9, S. 212. Polyt. Centralbl. 1840, S. 4.

Pambour. Über die Reibung und den Luftwiderstand bei Eisenbahnen. Dingl. polyt. Journ. Bd. 74, S. 21.

Paulus. Über die Adhäsion der Triebräder auf den Schienen. Eisenbahnzeitung 1857, No. 13. Org. f. Eisenbahnw. 1857, S. 176. Dingl. polyt. Journ. Bd. 144, S. 243. Polyt. Centralbl. 1857, S. 629.

Poirée. Über den Widerstand der Bremswagen. Org. f. Eisenbahnw. 1853, S. 78,

Redlich. Über die nutzbare Dauer der Lokomotive. Org. f. Eisenbahnw. 1867, S. 30. Erbkam's Zeitschr. f. Bauw. 1866, S. 431.

Redtenbacher. Die Gesetze des Lokomotivbaues. Mannheim.

Riener. Über die Einrichtung selbstwirkender Bremsen. Versuche. Zeitschr. d. Ver. deutscher Eisenbahnverw. 1854, S. 190. Org. f. Eisenbahnw. 1855, S. 50.

Rühlmann. Allgemeine Maschinenlehre. Bd. 3, S. 400. Braunschweig 1868.

Russel's, Scott. Versuche über den Widerstand der Wagenzüge auf Eisenbahnen. Le Technologiste. 1835. Janv., S. 175. Polyt. Centralbl. 1845. Bd. 6, S. 173.

Schauwecker, A. Über das Reifsen der Wagenkuppelungen. Org. f. Eisenbahnw. 1868, S. 112.

Scheffler. Die Transportkosten und Tarife der Eisenbahnen, untersucht auf Grund der Betriebsresultate. Wiesbaden 1860.

Scheffler. Statistischer Beitrag zu der Eisenbahntariffrage. Ermittelung weshalb und um wieviel einzelne Tarifpositionen höher gesetzt werden müssen. Braunschweig 1873.

Scheffler. Grundsätze für die Tracierung, Vermessung und Kartierung der Eisenbahnen im Herzogtum Braunschweig. 1856, S. 101.

Schima. Studien und Erfahrungen im Eisenbahnwesen. Verlag von H. Dominicus in Prag.

Schmidt. Theoretische Bestimmung der Widerstände der Eisenbahnfahrzeuge in den Kurven. Zeitschr. d. österr. Ing.-Ver. 1857, S. 338.

Schwabe. Wie die Leistungsfähigkeit der Eisenbahnen, besonders für den Massenverkehr unter entsprechender Ermäßigung der Anlage- und Betriebskosten zu erhöhen ist. Zeitschr. f. Bauw.

v. Szabó, J. Bestimmung der wahrscheinlichen Selbstkosten des Betriebes auf Eisenbahnen. Org. f. d. Fortschritte d. Eisenbahnw. 1875, S. 121.

Tellkampf. Über die Bestimmung der erforderlichen Zahl von Bremsen in den Zügen der Haupt- und Nebenbahnen. Org. f. d. Fortschritte des Eisenbahnw. 1875, S. 31.

Tellkampf. Die durchschnittlichen, sowie die Minimal-Stations- und Transportkosten für den Güterverkehr. Zeitschr. d. Ver. deutscher Eisenbahnverw. 1873, S. 693.

Die Transportkosten auf Eisenbahnen. Eisenbahnzeitung 1845, S. 43 u. 44.

Unterhaltungskosten der Lokomotiven und Tender auf der Köln-Mindener Bahn im Betriebsjahre 1869. Org. f. Eisenbahnw. 1870, S. 250.

Verbrauch von Brennmaterial bei Lokomotiven. Eisenbahnzeitung 1843, S. 198 u. 199.

Vuillemin, Dieudonné und Guebhard. Versuche über den Widerstand der Eisenbahnfahrzeuge. Org. f. Eisenbahnw. 1868, S. 86. Mémoire et comptes rendus des ingenieurs civils. 1867, S. 701.

v. Weber. Ermittelung des Widerstands, welchen Eisenbahnfuhrwerke in Kurven erfahren, auf experimentativem Wege. Org. f. Eisenbahnw. 1863, S. 1.

v. Weber. Beiträge zur Ermittelung der Reibung der Eisenbahnfuhrwerke. Civiling. 1854, S. 204. Org. f. Eisenbahnw. 1854, S. 124. Polyt. Centralbl. 1854, S. 967. Eisenbahnzeit. 1854, S. 129.

Welkner. Die Lokomotive. Grundzüge ihrer Konstruktionsverhältnisse. Göttingen 1859.

Widerstand in Kurven und Steigungen. Org. f. Eisenbahnw. 1865, S. 43.

Widerstände, Berechnung derselben bei Krümmungen. Förster's Bauz. 1837, S. 5.

Wind, über den Einfluß desselben auf die Geschwindigkeit der Dampfwagen. Förster's Bauz. Bd. 3, S. 284. Polyt. Centralbl. 1839, S. 589.

Wöhler. Über den Einfluß der Form des Schienenkopfs und der Radreifen auf deren gegenseitige Abnutzung und auf die Bewegung der Eisenbahnfahrzeuge. Erbkam's Zeitschr. f. Bauw. 1859, S. 359.

Zugwiderstände. Versuche über dieselben in Kurven und geraden Linien auf der Altona-Kieler Bahn. Org. f. Eisenbahnw. 1870, S. 135.

III. Kapitel.

Ausführung der Erd- und Felsarbeiten.

Bearbeitet von

Gustav Meyer,

Bauinspektor a. D. in Berlin.

(Hierzu die Zeichnungstafeln XI, XII, XIII, XIV und XV.)

---

§ 1. Einleitung. In dem III. Kapitel des ersten Bandes des Handbuches für specielle Eisenbahntechnik sind die Erdkörper hinsichtlich ihrer Konstruktion, ihrer Formen und Dimensionen und der zur Erhaltung derselben anzuwendenden Mafsregeln behandelt.

Den Gegenstand des vorliegenden Kapitels bildet die Ausführung der Erdarbeiten, d. h. die technische Disposition zur Einleitung und Durchführung des Baues mit besonderer Rücksicht auf geringen Aufwand an Zeit und Kosten.

Die infolge der regen Bauthätigkeit der letzten Jahre und der Erhöhung des Arbeitslohnes an die Technik gestellten Anforderungen haben zu einer ausgedehnten Anwendung von Maschinen auf fast allen Gebieten des Bauwesens geführt; auf wenigen indessen ist der Einflufs dieser Neuerung so durchgreifend gewesen wie beim Erdbau, weil hier der Erfolg der Arbeiten mehr durch geschickte Dispositionen als durch tüchtige Einzelleistungen bedingt ist.

Am meisten tritt dieses beim Transport des Bodens hervor, sowohl wegen seiner Bedeutung an sich, als auch wegen seines Einflusses auf die übrigen Arbeiten.

Wir werden uns daher eingehend mit den verschiedenen Transportarten nach ihrer Leistungsfähigkeit und ökonomischen Bedeutung zu beschäftigen haben und die Grundlagen zu bestimmen suchen, auf welchen die Entscheidung über die in den betreffenden Fällen anzuwendenden Systeme zu erfolgen hat. Im innigen Zusammenhange hiermit stehen die Anordnungen für die Be- und Entladung der Transportgeräte. Die in neuerer Zeit angewandten Methoden zur Erreichung einer grofsen Leistung unter Verminderung der Kosten erfordern daher eine nicht minder eingehende Besprechung.

Die vorbereitenden Arbeiten sind in Kürze zu erledigen, weil dieselben im Wesentlichen nur eine Fortsetzung der in dem vorhergehenden Kapitel bereits behandelten speciellen Vorarbeiten bilden. Zu diesen gehören auch die Massenberechnungen, Massenverteilungen, Kostenanschläge etc., hinsichtlich deren wir uns deshalb auf das Frühere beziehen können.

Die administrativen Dispositionen werden ausführlicher in dem folgenden Kapitel behandelt, hier nur so weit, als sie mit einzelnen technischen Vorbereitungen in Verbindung stehen. Die am Ende des vorliegenden Kapitels angeführten Bedingungen für

die Ausführung von Erdarbeiten betreffen daher auch nur den speciellen Teil der Vertragsbedingungen, während die allgemeinen, für die verschiedenen Baugegenstände gleichmäfsig geltenden, in dem späteren Kapitel ihre Erledigung finden.

Die Abteilungen, unter welchen wir den uns vorliegenden Stoff besprechen werden, sind folgende:

I. Vorbereitende Arbeiten.
II. Lösen des Bodens.
III. Transport des Bodens.
IV. Arbeiten am Auf- und Abladeorte.
V. Nebenarbeiten.
VI. Specialbedingungen für die Ausführung.

I. Vorbereitende Arbeiten.

§ 2. Bodenuntersuchungen.

Wenn die Bodenuntersuchungen schon für die Feststellung des Projekts und die speciellen Vorarbeiten von gröfster Bedeutung sind, deshalb auch folgerecht in dem ersten Kapitel ihre Erledigung hätten finden können, so haben sie doch auch ihren besonderen Wert für die Ausführung der Erdarbeiten, indem die durch sie gewonnenen Resultate die Arbeitsdispositionen und die zu ergreifenden Sicherheitsmafsregeln, wenn auch nicht immer bestimmen, so doch beeinflussen und die Möglichkeit einer genauen Abschätzung der Arbeiten gewähren.

Die Ausdehnung der Untersuchungen richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen, nach dem Wechsel der Bodenklassen, der Schichtungen, der Wasserverteilung. Oft liegen die Verhältnisse so einfach und sind durch geognostische Erforschungen oder allgemein so bekannt, dafs es besonderer Ermittelungen nicht bedarf; oft aber machen sie umfangreiche Arbeiten nötig, namentlich in hügeligem und Gebirgsterrain.

Es handelt sich dabei nicht allein um die Bestimmung des Bodenmaterials, dessen Festigkeit, Tragfähigkeit und Beständigkeit gegen die Einflüsse des Wassers und der Luft, sondern vorzugsweise auch um die Bestimmung der Schichten, um den Wassergehalt, um die Bedingungen des Bodengleichgewichtes.

Wo schon früher natürliche Bewegungen stattgefunden haben, werden dieselben leicht wieder eintreten, wenn eine künstliche Veränderung in der Bodenverteilung vorgenommen wird. Wo solche Stellen natürlicher Rutschungen durch die wellenförmige Oberfläche des Terrains oder durch die oberhalb bewegter Massen leicht entstehenden Klüfte und plötzlich vorspringende steile Böschungen oder in anderer Weise sich kennzeichnen, bedarf es einer sorgfältigen Aufsuchung und Bestimmung der Rutschflächen. Nicht minder wichtig ist es, die Ausdehnung der früheren Bodenbewegung und ihren Einflufs auf den natürlichen Lauf des Wassers, auf die Kohäsion des Bodens festzustellen, da alle diese und ähnliche Momente von Wichtigkeit sind für die zum Schutze der Arbeiten erforderlichen Sicherungsmafsregeln. Muldenförmige Bildungen, sie mögen dem Auge direkt erkennbar oder durch aufgeschwemmtes und verwittertes Material mehr oder weniger ausgeglichen sein, geben nach Art ihrer Entstehung, nach der Wasserabsonderung, nach dem Zustande des Materials und nach Lagerung der Schichten, die oft nur durch gegenseitiges Stützen im Gleichgewicht erhalten werden, ebenfalls leicht Veranlassung zu Rutschungen, wenn sie von der Bahntrace getroffen und angeschnitten oder beschüttet werden. Solche Stellen sind daher sorgfältigst zu untersuchen.



Bei Seen, Sümpfen, Morästen, Torfmooren und dergleichen kommt es meist nur auf die mit Sondiereisen auszuführenden Ermittelungen der Tiefenlage des tragfähigen Baugrundes und dessen Beschaffenheit an, um die Unterlagen für die Arbeitsdispositionen zu erhalten, welche in solchen Fällen zu treffen sind und worüber im III. Kapitel des I. Bandes des Handbuches für specielle Eisenbahntechnik das Nötige enthalten ist. Häufig finden sich Torflager von Sandschichten überdeckt, als Ablagerungen fliefsender Gewässer. Es genügt daher nicht die Untersuchung nur bis auf die zuerst angetroffene feste Bodenart auszudehnen, sondern es ist auch zu ermitteln, ob dieselbe die zum Tragen der Eisenbahnlasten erforderliche Mächtigkeit besitzt. Bei wenigstens einem Meter Mächtigkeit kann man in der Regel die Schicht als tragfähig annehmen.

Untersuchungen der letztgenannten Art sind in einfacher Weise zu leiten und auszuführen. Ungleich schwieriger ist die rationelle Anordnung der Bodenuntersuchungen in hügeligem und gebirgigem Terrain. Hier kommt es nicht auf die grofse Anzahl einzelner Schürfungen in regelmäfsigen Intervallen an, sondern auf die Erkennung derjenigen Bodenverhältnisse, welche eine sorgfältige Behandlung bei Ausführung der Arbeiten verlangen, um Unfällen vorzubeugen. Geognostisches Verständnis über die Bildung der Formationen, über die Veränderungen an der Erdoberfläche durch innere und äufsere Kräfte, über die Wirkungen des atmosphärischen Niederschlages, der Quellen und Ströme, wird dabei nicht weniger zu statten kommen, als ein auf Erfahrung gegründetes Urteil und ein durch die Praxis geschärfter Blick.

Sollen die Bodenuntersuchungen zunächst die Kenntnis derjenigen Verhältnisse verschaffen, welche zur Herstellung eines rationellen Baues berücksichtigt werden müssen, so haben sie aufserdem noch den Zweck, Resultate zu liefern, welche eine genaue Veranschlagung der Baukosten ermöglichen. Es ist dieses von besonderer Wichtigkeit, wenn gröfsere Arbeiten in Entreprise vergeben werden sollen und aus mangelnder Kenntnis der Bodenarten, mit welchen man es zu thun haben wird, die empfindlichsten Nachteile für den Unternehmer oder für die Bauverwaltung entstehen müssen.

Was nun die specielle Ausführung der Bodenuntersuchungen betrifft, so besteht diese, aufser in einfachen Ausgrabungen und Sondierungen mit Visitiereisen und ähnlichen Apparaten, vorzugsweise in Bohrungen und Abteufungen von Versuchsschächten.

Die Bohrapparate müssen so eingerichtet sein, dafs sie das Material aus den betreffenden Bodenschichten möglichst unvermischt und in grofsen Stücken zu Tage fördern. Zu dem Zweck dürfen die Bohrer nicht zu klein sein, etwa ein Decimeter im Durchmesser. Ihre Form ist für weiche Bodenarten zweckmäfsig die des Löffelbohrers in verschiedenen Variationen, oft auch mit Ventilverschlufs, für Gesteinsarten die des Meifselbohrers. Da mit letzterem das gelöste Material nicht gehoben werden kann, so mufs man hierzu wieder den Löffelbohrer benutzen. Um beim Bohren in Gestein möglichst grofse Stücke zu erhalten, sucht man unter Anwendung eines schweren Gestänges durch starkes Stofsen, weniger durch Drehen des Bohrers, weil hierbei der Stein zu sehr zermahlen wird, vorzudringen. Aus der Schwierigkeit der dabei aufzuwendenden Arbeit ist auf den Grad der Festigkeit des Gesteins zu schliefsen.

Bohrlöcher durch leicht bewegliche Schichten, wie Sand, Kies, Schlamm, füllen sich in den unteren Teilen leicht mit den aus den oberen Schichten herabfallenden Materialien. Wo es in solchen Fällen auf genaue Resultate ankommt, mufs daher die Bohrung in Röhren ausgeführt werden, ebenso bei Bohrungen unter Wasser oder halbflüssigen Substanzen, zur Vermeidung des Zuschlammens des Bohrloches und der Auflösung des Materials.

Um durch Bohrungen die Neigung der einzelnen Schichten zu erkennen, sind wenigstens an zwei Stellen des Querprofiles die Untersuchungen anzustellen.

Ergeben in den verschiedenen Profilen die Resultate eine Übereinstimmung in der Mächtigkeit der Aufeinanderfolge und dem Einfallen der Schichten, so wird man auf eine regelmäfsige Bildung schliefsen können, im anderen Falle auf Verwerfungen und Verschiebungen und man dann zur Feststellung der Lagerungsverhältnisse die Untersuchungen weiter fortzusetzen haben, entsprechend der Bedeutung, welche dem betreffenden Falle nach den vorherrschenden Bodenverhältnissen beizulegen ist.

Die Lage der wasserführenden Schichten ist durch Bohrungen nur annähernd zu ermitteln. Mit einiger Sicherheit ist zwar die oberste Schicht, weil von hier das Bohrloch mit Wasser sich füllen wird, zu erkennen; kommen indessen mehrere solche Schichten vor, so ist es schwer, über deren Lage und Wasserreichtum Aufschlufs zu erhalten. Ebenso wenig genügen Bohrungen da, wo es auf eine genaue Kenntnis der Bodenkategorien ankommt, sowie auf ihren Festigkeitsgrad, auf die Schwierigkeit der Bearbeitung und auf alle die Verhältnisse, welche die Disposition und die Kosten der Arbeiten bestimmen. In allen wichtigeren Fällen ist daher anzuraten, durch Abteufung von Schächten die Bodenschichten zu durchbrechen und bloszulegen, um deren Beschaffenheit im natürlichen Zustande direkt erkennen und untersuchen zu können.

Solche Schächte werden mit etwa $1^1/_2$ bis 2 qm Querschnitt angelegt, so grofs, dafs die Arbeiter bequem darin arbeiten können. Je nach der Standfähigkeit des Bodens werden sie ausgezimmert oder bleiben ohne Ausbau. Im ersteren Falle macht man sie im Querschnitt rechteckig, meist etwas länger als breit, im letzteren Falle häufig rund. Die Anordnung solcher Schächte richtet sich, wie die der Bohrlöcher, nach den örtlichen Verhältnissen, sodafs sich darüber Allgemeines nicht bestimmen läfst. Wo indessen das Abteufen der Schächte wesentlich den Zweck hat, Aufklärung über den Aufwand an Arbeit und Kosten, welchen die Bearbeitung des Bodens verursachen wird, zu verschaffen, wie beispielsweise bei gröfseren Einschnitten, welche in Entreprise ausgeführt werden sollen, da pflegt man dieselben in regelmäfsigen von dem Wechsel der Bodenarten abhängigen Zwischenräumen herzustellen, um Durchschnittsresultate zu erlangen.

Die Darstellung der Ergebnisse der Bodenuntersuchungen geschieht durch Schrift oder Zeichnung, oder durch beides gleichzeitig. Bei ersterem Verfahren benutzt man sogenannte Bohr- und Schürfregister, d. h. schematische Verzeichnisse, welche verschiedene Kolumnen für die Belegenheit der Baustelle, die Höhenlage resp. Tiefe der Schichten, die vorgefundene Bodenart, die Wasserverhältnisse, die Art der Ermittelung, das Einfallen der Schichten in hügeligem und gebirgigem Terrain und für Bemerkungen über die Formation des Gebirges, über das Vorkommen von Baumaterialien und dergleichen enthalten. Neben einer solchen Registrierung der Resultate empfiehlt sich in den wichtigeren Fällen auch eine graphische Darstellung, welche je nach dem Grade der Regelmäfsigkeit der Lagerungsverhältnisse mehr oder weniger einfach sich gestalten wird. Bei häufig wechselnden Schichtungen erlangt man durch das Einzeichnen derselben in die Quer- und Längenprofile eine klare Übersicht über die Gebirgslage, weshalb ein solches Verfahren in allen schwierigeren Verhältnissen von grofsem Nutzen ist. Bei regelmäfsigeren Terrainbildungen beschränkt man die Darstellung wohl auf das Längenprofil; in den Fällen einfacher Art kann auch diese fortbleiben und die Eintragung der Resultate in das Bohrregister genügen.

§ 3. Einrichtung der Baustellen. Beschaffung der Geräte. Geometrische Arbeiten. Rücksichtnahme auf das Setzen der Dämme.

Zu den weiteren Vorbereitungen für die Ausführung der Erdarbeiten gehören zunächst diejenigen administrativen Einrichtungen, welche sich auf die Organisation der Arbeiter, ihre Unterbringung und Verpflegung, die Sicherheitspolizei, Gesundheitspflege, sowie das Zahlungs- und Rechnungswesen beziehen.

Da in einem späteren Kapitel hierauf näher eingegangen wird, so sollen hier nur die damit in Verbindung stehenden baulichen Anlagen zugleich mit den übrigen vorbereitenden Arbeiten technischer Art besprochen werden.

Letztere betreffen die Zugänglichkeit, Abgrenzung und Einrichtung der Baustellen, die Beschaffung der nötigen Werkzeuge und Geräte und die geometrischen Arbeiten im Felde.

1. Die Herstellung von Zufuhrwegen zu den Baustellen beschränkt sich auf diejenigen Wege, welche zur Herbeischaffung der erforderlichen Geräte und Materialien verlangt werden.

Die Abschliefsung der Baustelle gegen das anliegende Terrain ist nicht allgemein vorgeschrieben, sie hängt daher ab von den landespolizeilichen Bestimmungen, den Eigentums- und anderen lokalen Verhältnissen. Die Einrichtung der Baustellen richtet sich nach dem Umfange der betreffenden Arbeiten. Bei kleineren Arbeiten, welche in kurzer Zeit und mit einfachen Mitteln zu vollenden sind, bedarf es meist keiner besonderen Baulichkeiten.

Bei umfangreichen Arbeiten tritt zunächst die Frage nach Herstellung einer Bauhütte auf, mit einem oder mehreren Bureaux für das Beamtenpersonal, für die Aufbewahrung der Akten, Zeichnungen und Instrumente und auf gröfseren Baustellen auch wohl mit Küche und einer kleinen Wohnung. — Damit verbunden wird in der Regel ein kleines Magazin für solche Geräte und Materialien, welche unter sorgfältige Kontrole gestellt werden müssen.

Gröfsere Magazine und offene Depots werden für Transportgeräte, für Reservestücke und Materialien verschiedener Art erforderlich; für Sprengmaterialien abgelegene Kammern. Je nach der Bedeutung der Arbeiten und der Art des Betriebs wird man ferner auf die Einrichtung einer mehr oder weniger ausgedehnten Werkstatt Bedacht nehmen müssen, deren nächstes Erfordernis auf eine Schmiede- und Stellmacherwerkstatt gerichtet ist und die bei weiterer Ausrüstung auch mit Werkzeugsmaschinen und einer Dampfmaschine zum Betriebe derselben versehen wird. Solche ausgedehntere Werkstattsanlagen werden meist da nötig, wo Lokomotivtransport eingeführt ist und zur Vornahme der Reparaturen in nächster Nähe der Baustelle ständige Maschinenbauanstalten nicht zur Verfügung stehen. Der Lokomotivbetrieb verlangt ferner Schuppen zur Unterbringung der Maschinen und Wasserstationen mit Brunnenanlagen, welche in der einfachsten Weise, meist aus einem Holzgerüste mit Bottich hergestellt werden.

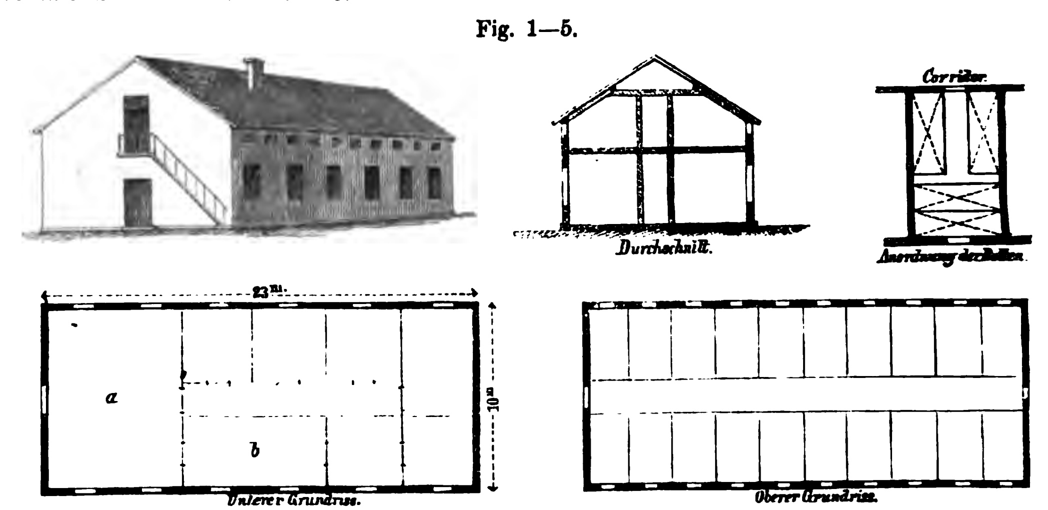
Wo Pferde zum Transport des Bodens verwendet werden, müssen, wenn nicht in der Nähe der Baustelle schon vorhandene Räumlichkeiten für deren Unterbringung zu benutzen sind, Stallungen mit Futterkammern und mit Schlafräumen für die Treiber erbaut werden.

Die Arbeiter werden, wenn die Baustellen in der Nähe von Ortschaften liegen, welche ausreichende Quartiere geben können, am liebsten hier ihr Unterkommen suchen. Liegen die Ortschaften aber zu entfernt, so erheischt das Interesse der Bauverwaltung, Anstalten zur Unterbringung der Arbeiter zu treffen. Viele derselben sind so genügsam,

dafs schon eine kleine Erdhütte sie in ihren Ansprüchen befriedigt; manche verstehen es mit wenigen Materialien, welche ihnen leihweise übergeben werden, wohnliche Behausungen sich einzurichten und so entstehen oft ohne weiteres Eingreifen der Bauverwaltung umfangreiche Kolonien, für die sich dann auch leicht Wirtschafter finden, welche auf eigene Kosten Restaurationsräume einzurichten bereit sind.

Häufig indessen ist auch die Bauverwaltung genötigt, zur Erhaltung eines tüchtigen Arbeiterstammes den Bau von Arbeiterkasernen zu übernehmen. Derartige Etablissements enthalten in dem unteren Geschosse wohl Restaurationslokale, im oberen Geschosse Schlafräume für die Arbeiter.

Fig. 1—5.



Eine solche für 80 Arbeiter eingerichtete Kaserne ist in den Figuren 1—5 skizziert. Unten befinden sich neben einem Speisesaale *a* die Küche *b* mit Wirtschaftsraum, sowie Wohnräume für den Wirt und dessen Personal. Oben sind, neben einem mittleren Korridor liegend, 20 Zellen von etwa 9 qm Fläche eingerichtet, jede mit 2 Bettstellen für je 1 Mann und einer für 2 Mann, im ganzen also für 4 Mann. Der Korridor ist durch eine aufsen angebrachte Treppe zugänglich. Das Gebäude mit Wänden aus Fachwerk ist in wenigen Wochen herzustellen.

Wo eine grofse Konzentrierung von Arbeitern stattfindet, erfordert die Gesundheitspflege noch die Anlage und Ausstattung von Lazaretten und Krankenstuben, deren Einrichtung, wenn sie Neubauten nötig macht, zweckmäfsig ähnlich der für militärische Zwecke bewährten zu wählen ist.

In einzelnen Fällen wird sich Gelegenheit bieten, für definitive Bahnzwecke bestimmte Gebäude, wie Bahnwärter-, Bahnmeisterwohnhäuser etc. provisorisch zu Bauhütten u. dergl. einzurichten; mitunter auch wird es sich empfehlen, die zu Bauzwecken erforderlichen Gebäude so herzustellen, dafs sie für definitive Zwecke später zu verwenden sind. Wo dieses indessen nicht der Fall, wo die im Vorstehenden besprochenen Baulichkeiten lediglich einem vorübergehenden Zwecke dienen sollen, wird man sie, ihrer Bestimmung entsprechend, möglichst leicht und mit geringstem Kostenaufwand herrichten; bewohnte Räume höchstens in ausgemauertem Fachwerk; Magazine, Werkstätten, Schuppen etc. in einfachstem Rahmwerk mit Bretterverkleidung.

2. Der Bedarf an Geräten richtet sich nach der getroffenen Arbeitsdisposition, nach der Art des Transportes, nach dem Umfang der Arbeiten und der zur Verfügung stehenden Arbeitszeit. In den folgenden Paragraphen wird auf die Ermittelung der in bestimmten

Fällen erforderlichen Transportgeräte, welche den weitaus wichtigsten Teil sämtlicher Geräte bilden, näher eingegangen werden. Es gehören zu diesen die Schubkarren, Kippkarren, Erdtransportwagen, Lokomotiven, Karrfahrten, Interimsbahnen und die für Bremsberge und Seilebenen erforderlichen Einrichtungen.

Von den Gerätschaften zum Lösen des Bodens haben die Arbeiter in der Regel die Schaufel selbst zu halten, die übrigen Geräte, als Breit-, Spitz- und Kreuzhacken, Keile, Hammer, Schlägel, Brecheisen, Bohr- und Sprenggeräte pflegen ihnen geliefert zu werden.

Dasselbe gilt von den Geräten zu Regulierungs-, Planierungs- und anderen Nebenarbeiten, sowie zum Abstecken von Erdarbeiten, als Hacken, Stampfen, Schlägeln, Kannen, Visiertafeln und Stäben, Setzwagen, Richtscheite, Leinen u. dergl.

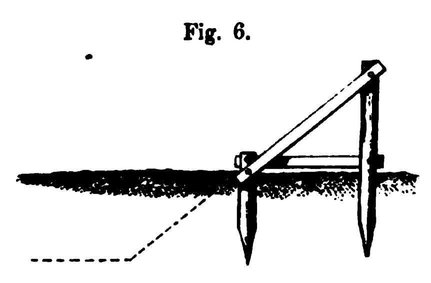
Von der Zweckmäfsigkeit der Geräte, namentlich für den Erdtransport, hängt zum grofsen Teil der Erfolg der Arbeiten in Bezug auf Zeit und Kostenaufwand ab. Es kann daher kaum genug empfohlen werden, bei Neubeschaffung der Geräte aus Fabriken, welche deren Anfertigung zu einer Specialität gemacht haben, oder bei Übernahme schon benutzter Geräte mit Sorgfalt darauf Bedacht zu nehmen, dafs dieselben in vollkommenster Weise dem Zwecke, welchem sie dienen sollen, entsprechen. Einfachheit der Konstruktion, zweckmäfsige Dimensionierung und vorzügliche Ausführung sind Haupterfordernisse zur Erzielung grofser Arbeitsleistungen, geringer Reparaturen und langer Dauer. Die durch Anschaffung vollkommener Gerätschaften entstehenden Mehrkosten dürfen gegenüber den dadurch erreichten, erheblichen Vorteilen nicht zu hoch angeschlagen werden.

3. Die geometrischen Arbeiten, welche der Inangriffnahme des Erdbaues vorangehen müssen, bestehen im Abstecken der Linien, und dem Aufstellen der Markierpfähle, Höhenpunkte und anderer Zeichen, welche die mit der speciellen Beaufsichtigung des Baues und Anstellung der Arbeiter beauftragten Aufsichtsbeamten, Schachtmeister u. a. zu ihrer Instruktion bedürfen. Bei den speciellen Vorarbeiten wird die Mittellinie der Bahn mit den Anfangs- und Endpunkten der Kurven ausgesteckt, stationiert und nivelliert, wie in dem I. Kapitel dieses Bandes näher beschrieben ist. Es kommt daher zunächst darauf an, etwa verlorene Zeichen zu ersetzen und, falls eine längere Zeit zwischen der Beendigung der Vorarbeiten und dem Beginn des Baues verflossen ist, auch eine Revision der Bahnlinie vorzunehmen. Gleichzeitig ist auf eine sorgfältige Erhaltung und eventuelle Ergänzung der Höhenfixpunkte aufserhalb der Grenzen der Bahnanlage Bedacht zu nehmen.

Um sodann mit den Bauausführungen vorgehen zu können, ist die genaue Bezeichnung der Breiten des zur Bildung der Auf- und Abträge zu überschüttenden oder abzugrabenden Terrains erforderlich. Wo schon bei Ausführung der Vorarbeiten Querprofile aufgenommen und in die Zeichnungen die Projekte eingetragen waren, erhält man die Bahnbreiten durch direktes Abstecken der aus den Plänen oder den Grundbreitentabellen sich ergebenden Mafse von der Mittellinie der Bahn aus. Wo Querprofile nicht aufgetragen sind, ergeben sich die Breitenmafse im Terrain ohne Seitengefälle durch einfache Rechnung aus der Höhe des Dammes, resp. Tiefe des Einschnitts, den Böschungsneigungen und den normalen Breitendimensionen des Bahnkörpers. In seitwärts geneigtem Terrain wird die direkte Bestimmung der Breitenmafse im Felde schon schwieriger. Sie läfst sich aber ausführen, indem man durch vorläufige Schätzung des Höhenunterschiedes zwischen dem Terrain am Auslauf der Böschung und dem Bahnplanum die Breite des Erdkörpers berechnet, dann mit dem Nivellierinstrumente untersucht, wie

weit der wirkliche Höhenunterschied von dem vorläufig angenommenen differiert und darnach eine Korrektion vornimmt. Ist die Differenz erheblich gewesen, so wird eine weitere Probe nötig, bis genügende Übereinstimmung zwischen den bei der Berechnung angenommenen und dem durch Nivellement gefundenen Höhenunterschiede besteht.

Sind auf die eine oder andere Weise an den Hauptstationen und den Terrainwechseln einzelne Punkte des Böschungsauslaufs bestimmt, so ist es besonders im welligen Terrain zweckmäfsig, wenn auch nicht allgemein üblich, diese Punkte durch Linien zu verbinden und letztere durch Furchen, Abheben des Rasens oder in ähnlicher Weise zu bezeichnen, sodafs das zu überschüttende oder abzutragende Terrain überall sofort zu erkennen ist. Aufserhalb dieser Flächen sind dann später die Absteckungen der etwa erforderlichen Seitengräben und anderer Nebenanlagen, Einfriedigungen, provisorischer Lagerplätze für Mutterboden u. dergl. vorzunehmen.


Fig. 6.

Zur Bezeichnung der Neigung der Böschungen stellt man wohl am Auslauf derselben kleine Profile aus Latten auf, welche als Lehren für die Aufschüttungen und Abgrabungen dienen. Die Höhe der Abträge markiert man zweckmäfsig durch Stangen mit daran befestigten horizontalen Latten, die man entweder innerhalb des Bahnterrains, oder wenn sie hier leicht umgestofsen werden sollten, aufserhalb desselben aufstellt (siehe Fig. 6).

Werden Dämme in vollem Profil vor Kopf geschüttet, so pflegt man aufser den Höhenzeichen in der Mittellinie der Bahn wohl zu beiden Seiten derselben durch Stangen das Mafs der oberen Schüttungsbreite auf dem Terrain zu bezeichnen, nach welchen die auf dem Dammkopf beschäftigten Vorarbeiter dann die obere Schüttungskante einvisieren, während die horizontalen Latten an den mittleren Stangen ihnen die Schüttungshöhe angeben.

Mit Rücksicht auf das Setzen der Dämme sind dieselben von vornherein um das Sackmafs höher zu schütten oder bei Innehaltung der projektierten Planumshöhe um so viel breiter, dafs ein späteres Nachhöhen möglich wird, ohne dadurch die profilmäfsige Planumsbreite einzuschränken.[1]) Bei Einschnitten wird die Höhenlage des Planums durch

[1]) Das Mafs v der Verbreiterung ist bei der Brenner-Bahn nach Ausweis der von der Bauinspektion Innsbruck zusammengestellten „Instruktion für die bauleitenden Beamten" an jeder Seite der $1\frac{1}{2}$fach geböschten Erddämme zu $v = \frac{1}{15}h$ bei annähernd horizontalem Terrain und der Auftragshöhe gleich h angenommen, bei geneigtem Terrain zu $v' = \frac{1}{15}h + \frac{1}{30}h,$ bei Steinsätzen zu $v = \frac{1}{25}h$ $v_{,} = \frac{1}{25}h + \frac{1}{50}h_{,}$ worin $h_{,}$ das Gefälle des Terrains in der Horizontalprojektion der Böschung bezeichnet (siehe Fig. 7 u. 8).

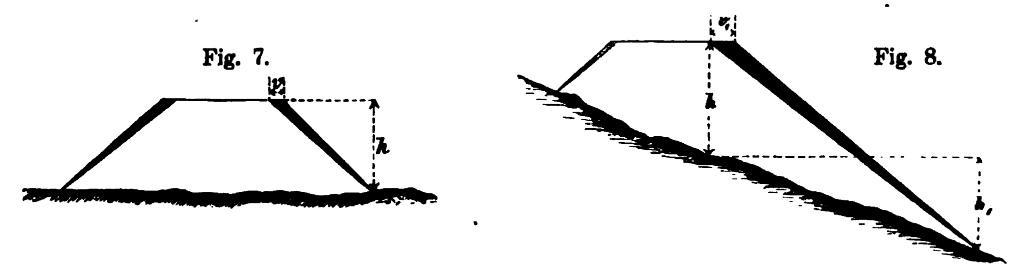


Fig. 7. Fig. 8.

In der älteren Instruktion von 1869 sind gröfsere Mafse angegeben und zwar für $1\frac{1}{2}$fach geböschte Erddämme $v = \frac{1}{8}h$ $v_{,} = \frac{1}{8}h + \frac{1}{12}h_{,}$.

Bei der österreichischen Nordwestbahn sind ähnliche Mafse wie die erst erwähnten angenommen.

deren Vertikalabstand von einnivellierten Pfählen ermittelt, die mit dem Fortschreiten des Baues tiefer und tiefer und zuletzt in Planumshöhe gesetzt werden. Wo in unebenem Terrain die Arbeitsstellen eine grofse Breitenausdehnung annehmen, wie bei Bahnhöfen, bei tiefen Einschnitten, hohen Dämmen oder wo Seitenentnahmen eingerichtet werden, ist es erforderlich, um jederzeit die Arbeitsleistungen ermitteln zu können, vor Inangriffnahme des Baues durch Querprofile in geringen Abständen oder durch ein Höhennetz die ursprüngliche Terrainoberfläche gegen Höhenfixpunkte festzulegen. Die Aufmessung der Arbeiten geschieht dann leicht durch Bestimmung der Höhendifferenzen zwischen dem natürlichen und dem durch die Arbeit herbeigeführten Zustand der Bodenoberfläche an den verschiedenen Punkten des Höhennetzes.

Aufser den erwähnten Vorbereitungen können zur speciellen Einleitung des Baues noch manche Ermittelungen zur Feststellung der zweckmäfsigsten Anlagen der Arbeitsbahnen und ähnliche Arbeiten notwendig werden, die aber so sehr durch die verschiedenen Methoden des Transports und des Betriebs an den Gewinnungs- und Verbrauchsstellen bedingt werden, und mit diesen in so innigem Zusammenhange stehen, dafs hier nicht weiter auf sie einzugehen ist, vielmehr auf die späteren Paragraphen verwiesen werden mufs.

II. Lösen des Bodens.

§ 4. Arbeitslohn und Arbeitszeit.

Bevor wir zur näheren Behandlung der die Ausführung der eigentlichen Erdarbeiten betreffenden Gegenstände übergehen, erscheint es angezeigt, einige kurze Bemerkungen über Arbeitslohn vorauszuschicken und auf diejenigen Gesichtspunkte hinzuweisen, welche bei Ermittelung der Arbeitsleistungen und Kosten der Erdarbeiten Beachtung verdienen.

Letztere sind trotz der ausgedehnten Anwendung von Maschinen, welche in den letzten Jahren bei Ausführung gröfserer Erdarbeiten Platz gegriffen und welche eine wesentliche Einschränkung der Arbeiterzahl gegen früher unter sonst gleichen Verhältnissen zur Folge gehabt hat, noch zu einem grofsen Teile von dem Preise der Handarbeit abhängig. Derselbe regelt sich nach den Unkosten, welche dem Arbeiter zur Befriedigung der Lebensbedürfnisse erwachsen und nach der Konkurrenz auf den verschiedenen Arbeitsgebieten. — Bei Ausführung gröfserer Eisenbahnbauten pflegen selten die nächstliegenden Distrikte die für die Erdarbeiten erforderliche Zahl von Arbeitern stellen zu können, meistens mufs ein grofser Teil aus entfernteren Gegenden herangezogen werden.

Damit ist naturgemäfs eine Änderung der Lohnverhältnisse verbunden. Die Preise für Wohnung und Nahrung steigen. Der fremde Arbeiter, der alles kaufen mufs und dem nicht immer die besten Bezugsquellen zur Verfügung stehen, gebraucht mehr zu seinem Unterhalt als der einheimische, der Ausfall an Arbeitszeit durch ungünstiges

---

Winkler empfiehlt bei horizontalem oder wenig geneigtem Terrain:

für Steinschüttung $v = {}^1/_{40}\,h$ oder die Dammerhöhung $\triangle h = {}^1/_{40}\,h$
für sandigen Boden $v = {}^1/_{15}\,h$ oder die Dammerhöhung $\triangle h = {}^1/_{23}\,h$
für Dammerde $v = {}^1/_9\,h$ oder die Dammerhöhung $\triangle h = {}^1/_{14}\,h$
für lehmigen und thonigen Boden $v = {}^1/_8\,h$ und $\triangle h = {}^1/_{12}\,h$
bei geneigtem Terrain ist für h zu setzen $h + \frac{h_1}{2}$.

(Siehe Winkler: „Vorträge über Eisenbahnbau“. Heft V. S. 148).

Wetter und an kurzen Tagen trifft ihn härter, weil er weniger Gelegenheit findet, mit häuslichen Arbeiten sich zu beschäftigen. Dadurch ist für den fremden Arbeiter der Anspruch auf einen höheren Lohnsatz als der ortsübliche gerechtfertigt. Die Steigerung des Lohnes betrifft aber nicht ihn allein, sie wird allgemein, es geniefst sie auch der ansässige Arbeiter.

Daneben ist zu beachten, dafs sowohl der Einheimische, welcher seine gewöhnliche Arbeit verläfst, um den Eisenbahnbauten sich zuzuwenden, als auch der aus entfernteren Gegenden herangezogene Fremde seine Arbeitskraft möglichst hoch verwerten will und nicht zufrieden gestellt ist, wenn ihm nicht Gelegenheit geboten wird, einen Teil des verdienten Geldes zurückzulegen, zur Unterstützung seiner Familie oder zur Befriedigung weiterer Ansprüche, als sie aus den einfachsten Lebensbedürfnissen entstehen.

Zu diesen, auf eine Erhöhung des ortsüblichen Lohnes gerichteten Ansprüchen, treten nicht selten die in ihrem Einflusse ganz unberechenbaren Konkurrenzen. Werden zu gleicher Zeit viele grofse Bauten ausgeführt oder ist durch industrielle, landwirtschaftliche und andere Unternehmungen eine grofse Nachfrage nach Arbeitern vorhanden, so überschreiten, wie die Erfahrungen der letzten Jahre erwiesen haben, die Forderungen der Arbeiter oft jedes durch die Lebensbedürfnisse berechtigte Mafs.

Alle diese Verhältnisse sind zu berücksichtigen, wenn es sich in speciellen Fällen um die Ermittelung des den Berechnungen zu grunde zu legenden Lohnsatzes handelt.

Was die Arbeitszeit betrifft, so kann man rechnen, dafs aufser 60 Sonn- und Festtagen des Jahres im Mittel etwa 25 Tage wegen ungünstigen Wetters ausfallen, so dafs 280 wirkliche Arbeitstage bleiben, also 77 %.

Gebraucht ein Arbeiter je nach den verschiedenen Gegenden zu seinem Unterhalte täglich 1 bis $1\frac{1}{2}$ M., so würde er allein zur Bestreitung dieser Kosten an jedem Arbeitstage durchschnittlich 1,3 bis 1,95 M. einnehmen müssen.

An wirklichen Arbeitsstunden pflegt man pro Tag

von Mai bis September	12	Stunden
im April und Oktober	10	„
im März und November	9	„
im Dezember, Januar und Februar . .	8	„

anzunehmen, sodafs auf den Arbeitstag im Mittel $10\frac{1}{6}$ Stunden kommen.

Bei den nachstehenden Ermittelungen nehmen wir eine durchschnittliche tägliche Arbeitszeit von 10 Stunden an und die Kosten der Handarbeit pro 10 Stunden eines mittleren Arbeiters zu 2 M. oder pro Stunde zu 20 Pfennige, ferner die täglichen Kosten für Pferde und zugehörigen Treiber pro Pferd mit 6 M.[2])

---

[2]) Über die Höhe des in den 70er Jahren, als bekanntlich der Lohn sehr hoch stand, wirklich vorgekommenen Verdienstes der Erdarbeiter führt Plefsner in seiner „Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen“ an, dafs nach seinen, in fast allen Teilen des mittleren und nördlichen Deutschlands gesammelten Erfahrungen, man einen tüchtigen und sefshaften Arbeiterstamm bei Erd-, Fels- und Tunnelarbeiten sich nur halten könne, wenn die fleifsigsten Akkordarbeiter in Kippkarren und Waggonarbeiten bei 11 bis 12 Stunden wirklicher Arbeitszeit (also exkl. Pausen) per Tag verdienen:

a. in Posen, Ost- und Westpreufsen	22—24	Sgr.
b. in der Mark Brandenburg, Pommern, Lausitz und Schlesien	24—28	„
c. am Harz, in Sachsen, Thüringen, Hessen und Westfalen (exkl. der Kohlenreviere)	30—35	„
d. in Süddeutschland $1\frac{1}{2}$—$1\frac{2}{3}$ Gulden gleich	25—28	„
e. in der Rheinprovinz und Südwest-Deutschland	36—40	„
f. in den Bergwerksbezirken Rheinland und Westfalen und in den grofsen Seestädten	40—45	„

§ 5. Klassifizierung der Bodenarten. Auflockerung des Bodens.

Zu dem uns vorliegenden Zwecke haben wir die Bodenarten nach dem Grade der Schwierigkeit ihrer Gewinnung, d. h. Lösung und Ladung zu unterscheiden.

Dabei können zunächst die Erdarten von den Felsarten getrennt werden, zwischen welchen beiden zweckmäfsig eine Übergangsstufe eingeschaltet wird. Teilt man ferner noch die Erdarten nach dem Grade ihrer Kohäsion und nach dem Widerstand, welchen sie der Lösung entgegenstellen, in 3 Kategorien und in ebenso viele die Felsarten, so ergeben sich im ganzen 7 Bodenklassen.

Zu der 1. Kategorie rechnen wir reinen trockenen Sand, Dammerde und ähnliche lockere Materialien, die einen so geringen Zusammenhang ihrer einzelnen Teile zeigen, dafs es zu deren Lösung keines besonderen Arbeitsaufwandes bedarf. Dieselben werden mit den gewöhnlichen Schaufeln und Spaten gewonnen und verladen. (Siehe Taf. XIII, Fig. 3 u. 4).

Die 2. Kategorie umfafst vorzugsweise die leichteren Lehmarten, welche mit dem Spaten sich noch bequem stechen lassen; ferner durch Beimischungen gebundenen Sand, feinen Kies und Torfmoor. Zur Bearbeitung des Lehmbodens bedient man sich mit Vorteil der schlesischen Schaufel (Taf. XIII, Fig. 1 u. 2), deren keilförmiges Blatt, wenn es in den Boden eingetrieben wird, denselben ablöst und dessen leicht gebogene Form das vorzeitige Abgleiten des Bodens verhindert, das Werfen erleichtert.

Beim Lösen der dichteren und zäheren Bodenarten dieser Kategorie, namentlich also des Lehms, werden meist steile Abtragswände von 3 bis 4 m Höhe gebildet, bei denen man die oberen Lagen häufig durch Keile (0,15 bis 0,25 m stark, etwa 1 m lang) abspaltet.

Die Keile werden in einer der Abtragswand annähernd parallelen Linie in Entfernungen von 1 bis 1,5 m oder wie sie durch die Kohäsion des Bodens geboten sind, eingesetzt und mit Schlägeln eingetrieben, bis die Schicht sich löst und abstürzt.

Zu der 3. Kategorie gehören diejenigen Bodenarten, welche, ehe sie mit der Schaufel gefafst werden können, in der Regel noch einer besonderen Auflockerung bedürfen; daher vorzugsweise die Thonarten, schwere Letten und Lehm, Mergel, ferner mit losen Steinen durchsetzter Boden, grober Kies. Einige dieser Bodenarten, besonders Mergel, lassen sich noch mit Keilen lösen, bei Thon gelingt dies seltener, weil bei dessen zähem Gefüge die Keile keine Spaltungen hervorbringen. Solcher Thon mufs mit der Breithacke (Fig. 5 und 6, Taf. XIII) gelöst und mit der Schaufel verladen werden. Feuchter Thon bleibt an der Schaufel haften und ist deshalb schwierig zu verarbeiten. Sprengungen mit Pulver sind bei einzelnen der bezeichneten Bodenarten, besonders Mergel, angewandt und haben dadurch günstige Erfolge gehabt, dafs sie grofse Massen vollständig gelockert und damit deren weitere Bearbeitung wesentlich erleichtert haben.

Die 4. Kategorie umfafst die den Übergang zum festen Felsen bildenden Bodenarten, — Trümmergesteine, dessen Klüfte häufig mit weicherem Material, als Lehm oder Thon ausgefüllt, häufig auch frei davon sind, Gerölle, verwittertes Tagesgestein, weiche Sandsteine in dünnen Lagen, kleinbrüchigen Schiefer.

Die zur Lösung dieser Bodenarten meist benutzten Geräte sind die Spitzhacke (Fig. 7, Taf. XIII), für gröfsere Stücke die Kreuzhacke (Fig. 8 u. 9), die Keilhaue (Fig. 10

Beim Bau der im Jahre 1874 vollendeten Venlo-Hamburger-Bahn wurde auf einen durchschnittlichen Verdienst der Akkordarbeiter von 2,5 M. für 10stündige Arbeit gerechnet.

Beim Bau der österreichischen Nordwestbahn haben die Erdarbeiter etwa 1 bis 1,20 Gulden oder 1,8 bis 2,2 M. täglich verdient.



und 11), und in Verbindung mit letzteren das Brecheisen. Sprengungen mit Pulver hat man mit Nutzen angewandt, wenn die Klüfte mit dichten Erdarten angefüllt waren, so dafs also die Minen in zusammenhängenden Massen angelegt werden konnten.*)

Zu der 5. Kategorie rechnen wir Felsarten in Bänken von nicht zu grofser Mächtigkeit und Festigkeit, sodafs sie noch mit Spitzhacke und Brecheisen oder durch Unterkeilung der Lager gelöst werden können;

zu der 6. Kategorie: Felsarten in geschlossenen Bänken, welche mit Pulver oder Dynamit gesprengt werden müssen;

zu der 7. Kategorie endlich: die sehr festen, schwer schiefsbaren Massengesteine der ältesten Formationen, als Granit, Gneis, Quarz, Syenit, Porphyr.

Die Schwierigkeit der Gewinnung der verschiedenen Felsarten hängt nicht allein von deren inneren Beschaffenheit ab, sondern wesentlich auch von der Lagerung der Schichten in Beziehung zu den Abtragsprofilen, ob dieselben aus dem natürlichen Lager gehoben oder von der Seite gefafst werden können oder gar vor Kopf abgearbeitet werden müssen; ferner davon, ob der Arbeitsraum eng oder weit ist. Je geringer die Breite, in welcher der Felsen abgetragen werden mufs, desto mehr Arbeit erfordert das

*) Henz führt folgendes Beispiel hierüber an: „Zur Schüttung eines langen 44 m hohen Dammes in der Gebirgsabteilung der westfälischen Eisenbahn mufste das dazu geeignete Material von einer seitwärts liegenden, aus Keupermergel bestehenden, hohen und ziemlich steilen Wand entnommen werden. Der Abtrag derselben wurde zwar terrassenförmig in Angriff genommen; da aber die Arbeiter in den höheren Lagen wegen des weiteren Transportes den in den unteren nicht folgen konnten, so wurde die Wand immer steiler, sodafs ohne Gefahr an derselben nicht länger gearbeitet werden konnte, und zur Gewinnung des in grofsen Massen erforderlichen Materials nur die Lösung durch Minen übrig blieb. Beim ersten Versuche wurde der Hauptminengang 0,94 m breit, 1,25 m hoch, ganz ausgezimmert rot. 19 m lang, rechtwinklig auf die Richtung der Wand eingetrieben und vom Endpunkte dieses Ganges nach beiden Seiten unter rechten Winkeln zwei Flügel, jeder von rot. 22 m Länge, nach demselben Querprofil angelegt. Am Ende jedes derselben wurde der Minenofen 2,2 m im Durchmesser ausgebrochen und auf untergelegtem Stroh, um die Erdfeuchtigkeit davon abzuhalten, 200 kg Pulver in angebohrten Fässern eingebracht. Von jedem dieser Öfen wurden dreifache Zündschnüre durch die Gänge bis ins Freie geführt und letztere mit Steindämmen versetzt und mit Erde und Dünger wieder ausgefüllt, siehe Fig. 12 u. 13, Taf. XIII. Die Entzündung erfolgte in beiden Öfen gleichzeitig; ein geringes Heben des Bodens und eine Bodenerschütterung in einer Ausdehnung von etwa 950 m Länge machte sich bemerkbar, dann entstand aber vollständige Ruhe. Der unmittelbar gelöste Boden enthielt aber nur 45 cbm, und der Versuch wurde schon als mifslungen betrachtet, als nach etwa 14 Tagen sich Risse in der Aufsenfläche der Wand zeigten, dieselbe sich allmählich auflockerte und durch Herabrieseln des Materials sich vor der Wand eine etwa einfüfsige Böschung gestaltete. Vom Fufse derselben wurde nun das Material weggeladen, welches sich aber fortwährend durch neu herabkommendes wieder ersetzte. In solcher Weise sind, durch diese einzige Mine gelöst, gegen 90 000 cbm Boden gefördert worden. Der Kostenaufwand war ein verhältnismäfsig sehr geringer und betrug:

	Thlr.	Sgr.
für Anlage, Verzimmerung, Verdämmung und Füllung der Minengänge und Öfen	71	25
„ 400 kg Pulver à 7,5 Sgr.	100	—
„ 118 m Zündschnur	5	—
„ die Pulvertonnen	3	15
zusammen	180	10 = 541 M.

es kostete 1 cbm hiernach wenig über 0,6 Pf. zu lösen.

Solcher Minen sind demnächst noch mehrere in der weiteren Ausdehnung der Wand mit gleich gutem Erfolge angelegt worden. Die Abweichungen vom vorgeschriebenen Verfahren beschränkten sich darauf, dafs die Öfen nicht in der geraden Verlängerung der Flügelgänge, sondern unter einem rechten Winkel von denselben abgezweigt, der Hauptgang, gleich dem jedes der beiden Flügel, 26,36 m lang und die Sohle derselben zur besseren Abführung des Quellwassers mit entsprechender Steigung angelegt wurde. An den österreichischen Gebirgsbahnen hat man seit einer Reihe von Jahren und in neuerer Zeit bei vielen Bahnbauten diese Minen mittels einer galvanischen Batterie angezündet.

Lösen der zwischen den Böschungslinien des Profils eingespannten Gesteinsmassen; (siehe Organ f. d. F. d. E. W. 1877. Heft 2, S. 85).

Die durch das Lösen des Bodens entstehende Auflockerung ist bei sandigem Boden sehr gering, bei fettem Boden, bei den Gesteins- und Felsarten kann man annehmen, dafs dieselben in den Transportgefäfsen etwa 20 bis 30% mehr Raum einnehmen, als im gewachsenen Zustande. Durch den Druck, welchen bei Herstellung der Aufträge die oberen Schichten auf die unteren austiben und durch das Setzen der Dämme wird der aufgelockerte Boden zum Teil, aber nie ganz wieder verdichtet. Die bleibende Volumenvergröfserung nach Vollendung der Arbeit wird von Henz aus einer Reihe von Beobachtungen bei Ausführung grofser Erdarbeiten angegeben:

bei	Sandboden zu	1—1½	Prozent
„	Lehm und leichteren Erdarten	3	„
„	Keuper und Mergelarten . .	4—5	„
„	festem Thon	6—7	„
„	Felsen	8—12	„

oft mehr, manchmal weniger, je nachdem viel oder wenig Arbeit zur Dichtung verwendet und Zeit bis zur definitiven Planierung gelassen werden konnte.

§ 6. Sprengarbeiten.

Es ist bereits erwähnt, dafs bei losem Gestein und festen dichten Erdarten mitunter Sprengungen aus gröfseren stollenartig getriebenen Minenherden mit Nutzen angewandt sind. Auch in solchen Fällen haben sie sich wirksam gezeigt, wo zwischen festen Gesteinsmassen gröfsere Thonlager sich fanden, in welchen die Minen leicht herzustellen waren. Allgemein jedoch kommen in festem Gestein derartige Sprengungen bei Eisenbahnbauten selten vor; vielmehr dienen hier zur Aufnahme der Sprengladungen meist durch Hand- oder Maschinenarbeit hergestellte Bohrlöcher. Die dabei in Anwendung kommenden Bohrer haben meifselartige Schneiden, mit denen sie zermalmend auf das Gestein wirken. Bei Handarbeiten benutzt man entweder Bohrer, die von einem Arbeiter geführt und gedreht, von einem oder zwei anderen mit Hämmern eingetrieben werden, oder sogenannte Stofsbohrer, die an längere Eisenstangen angeschweifst, mit diesen niedergestofsen werden. Letztere von einem oder zwei Arbeitern geführte Bohrer (einmännische, zweimännische) finden bei Herstellung tiefer, annähernd vertikaler Bohrlöcher Verwendung; für die mehr in horizontaler Richtung oder nach oben zu treibenden Bohrlöcher werden die Schlagbohrer erforderlich. Auch bei Benutzung der Stofsbohrer pflegen die Bohrlöcher in dem obersten Teil bis zu einer für die Führung des Stofsbohrers erforderlichen Tiefe mit Schlagbohrern hergestellt zu werden.[4])

Eine grofse Bedeutung haben in neuerer Zeit die Bohrmaschinen erlangt, die in verschiedenen Systemen (von Sachs, Burleigh, Dubois, François, Darlington,

[4]) Über die Leistungen der Arbeiter beim Bohren geben folgende Notizen (nach J. Mac-Mahon) einige Anhaltspunkte.

In den Steinbrüchen zu Dalkey in Irland haben in festem Granit 3 Arbeiter (zwei zum Schlagen, einer zum Halten und Drehen des Bohrers) mit Bohrern von

3" (= 0,076 m)	Durchmesser	5' (= 1,52 m lauf. Meter)	Bohrloch
2¼" (= 0,057 m)	„	6' (= 1,83 m „ „)	„
2" (= 0,051 m)	„	8' (= 2,44 m „ „)	„
1¾" (= 0,045 m)	„	12' (= 3,66 m „ „)	„

durchschnittlich in einem Tage fertig gestellt. Mit Bohrern von 1" (0,025 m) Durchmesser für die Zerkleinerung der Felsstücke hat ein Mann durchschnittlich 8' (= 2,44 m) gebohrt.

Osterkamp, Humboldt, Ferroux, Frölich, Brandt u. a.) ausgeführt, zumeist zwar für unterirdische Arbeiten verwandt sind, aber auch bei den Arbeiten zu Tage ihren Platz haben.[5])

Als Sprengmaterial wird außer dem gewöhnlichen Schwarzpulver vielfach eine der explosiven Nitrilverbindungen verwandt. Eine der wirksamsten ist das Nitroglycerin, welches durch Verbindung von Glycerin mit einem Gemisch von konzentrierter Salpetersäure und Schwefelsäure hergestellt, in flüssigem Zustande (als sogenanntes Sprengöl) sehr leicht explodiert und gefährlich im Gebrauch ist, deshalb mit anderen, festen Körpern vermengt wird.

Unter den so entstehenden Nitroglycerinpulvern ist das Dynamit das bekannteste. Es kommt mit sehr verschiedenen Gehaltsgraden von Nitroglycerin im Handel vor. Für Felssprengungen bei Eisenbahnbauten und in Steinbrüchen wird unter den Präparaten von **A. Nobel & Comp.** das Dynamit No. 3 empfohlen, welches 35 % Nitroglycerin enthält, die von Kieselguhr und mit Salpeter imprägniertem Holzmehl aufgezogen sind. Dasselbe entzündet sich bei 180° und erstarrt bei + 8°.

Die Nitroglycerinpräparate pflegen in Patronenform geliefert zu werden. Sie können nur durch starke Zündkapseln (Knallquecksilber etc.) zur Explosion gebracht werden; dabei müssen die Knallpräparate, resp. deren Kupferhülsen, in direkter Berührung mit dem Sprengmittel stehen.

Temperaturen unter 80° haben keinen Einfluſs auf Dynamit; wird die Erhitzung nach und nach gesteigert, so brennt es bei 193° mit lebhafter Farbe ohne Explosion ab.

Erstarrte Nitroglycerinpulver sind nur durch sehr starke Knallpräparate zur Explosion zu bringen, dürfen aber nicht hohen Temperaturen ausgesetzt oder mit glühenden Körpern in Berührung gebracht oder gewaltsam zerstückt werden.

Die nicht erstarrten Präparate sind gegen Schläge und Stöſse nahezu unempfindlich, mit Feuer oder glühenden Körpern berührt, brennen sie ruhig ab, ohne zu explodieren.[6])

Nach Herstellung von durchschnittlich 1 lauf. Fuſs (= 0,305 m) Bohrloch muſsten die Bohrer jedesmal wieder geschärft werden. Die zum Schlagen benutzten Hämmer hatten ein Gewicht von

18 Pfund für	3"	Bohrer	14 Pfund für	2" u. 1¾"	Bohrer
16 „ „	2½ u. 2¼"	„	5—7 „ „	1"	„

Mit Stoſsbohrern von 1⅛ bis 1½" Durchmesser haben 2 Mann per Tag 16 lauf. Fuſs (= 4,88 m) Bohrloch hergestellt.

Nach **Henz** können von den kleinen 25 mm weiten Bohrlöchern zwei Mann täglich in Sandstein 6 m bis 6,5 m, in festem Kalkstein 2 bis 3 m, in Granit und Hornstein 1,75 bis 2,5 m bohren.

[5]) Siehe C. A. **Angström**. „Über Gestein-Bohrmaschinen." Leipzig bei Felix. 1874.

[6]) Neuerdings ist durch den englischen Bergingenieur **Brain** ein Pulver eingeführt, welches 60 % eines Satzes aus Kalichlorat, Kalinitrat, Holzkohle und Eichensägemehl enthält, der 40 % Trinitoglycerin von 1,60 specifischem Gewicht absorbiert hat. Die Kraft dieses Sprengmittels soll die des Dynamits um etwa 25 bis 30 % übertreffen.

Bei einem mit diesem Pulver vorgenommenen Versuche wurden in eine 30' lange, 20' hohe und 6' bis 8' dicke Kalksteinwand eines Steinbruchs in der Nähe von Aachen 6 Bohrlöcher in Abständen von circa 5 Fuſs und 5 Fuſs tief mit einem Vorgeben von 5 bis 6 Fuſs geschlagen. Dieselben wurden im ganzen mit 32 Patronen oder 4 Pfund von **Brain's** Pulver beladen, mit Thonwulgern besetzt und mit **Brain's** elektrischen Zündern versehen. Nachdem die Schüsse unter sich durch Leitungsdrähte und die beiden äuſsersten durch isolierte Drähte mit einer Mowbrey-Elektrisiermaschine in Verbindung gesetzt waren, wurden sie gleichzeitig abgefeuert. Die Wand war durch diesen Schuſs bis zur Hälfte umgeworfen, aber noch bis auf die Sohle des Steinbruchs zertrümmert worden, so daſs die ganze gesprengte Masse auf etwa 3000 cbf. (93 cbm) angeschlagen werden konnte. — „Der Berggeist". 1875. S. 339.

Die Explosionsgefährlichkeit des Dynamits wird vielfach überschätzt.[7]) Um sie noch zu vermindern werden die Nitroglycerinpräparate wohl mit Kampfer versetzt.

Die Nitroglycerinpräparate unterscheiden sich von dem gewöhnlichen Schwarzpulver durch die Schnelligkeit der Verbrennung. Pulver braucht längere Zeit dazu, als eine gleiche Quantität Dynamit; die Explosion ist daher eine weniger intensive und häufig werden unverbrannte Pulverteile beim Explodieren mit fortgerissen. Die rascher brennenden Sprengmittel werden durch Klüfte und Gänge im Gestein weniger in ihrer Wirkung beeinflufst, als die langsamer brennenden; sie bedürfen auch keiner so festen Minenverdämmung. Sie gestatten das freie Auf- und Anlegen von Ladungen und geben auch da noch vollen Effekt, während langsam wirkende solchen Aufgaben gar nicht nachkommen können.

Eine wichtige Rolle spielt in neuester Zeit die in den Nobel'schen Fabriken hergestellte Sprenggelatine, deren Wirkung bei gleichem Verbrauch gröfser ist, als beim Dynamit.

Schiefsbaumwolle ist um etwa $^1/_3$ voluminöser als eine gleichwertige Dynamitmasse, gilt aber für durchaus ungefährlich.

In Österreich hat man in den letzten Jahren ein Präparat, genannt Diorexin, mit Nutzen angewandt (u. a. bei dem in Note 43 erwähnten Eisenbahnbau), welches aus 1,75% Pikrinsäure, 7,49% Holzkohle, 10,49% Buchensägespähne, 42,78% Kaliumsalpeter, 23,16% Natriumsalpeter, 13,40% Schwefel (0,55% Verlust) besteht. Dasselbe soll um 25% leichter als Schwarzpulver sein, $^1/_5$ weniger kosten und bei gleichem Volumen gleiche explosive Kraft mit diesem haben. Dem Dynamit gegenüber hat seine Verwendung zu bedeutenden Verminderungen der Gewinnungspreise bei Felsarbeiten geführt.

Die gewöhnliche Art der Zündung ist die mittels Zündschnüren, welche am zweckmäfsigsten gleich in die Patronen mit eingebunden werden. Bei systematischer Anordnung mehrerer Ladungen wird die Wirkung des Sprengens durch eine gleichzeitige Entzündung sämtlicher Patronen wesentlich erhöht, deshalb ist die elektrische Zündung von gröfstem Nutzen. Man bedarf dazu einer sehr einfach zu konstruierenden elektrischen Zündmaschine[8]) in Verbindung mit metallischen Leitungen nach und von den Minen und der Kuppeldrähte zwischen den einzelnen Patronen.[9])

---

[7]) Um die Vorurteile über die Explosionsgefahr bei Verwendung von Dynamit zu beseitigen, hat der Oberingenieur Roux in Frankreich alle Angaben über erfolgte Explosionen zusammengestellt und gefunden, dafs letztere bei Dynamit seltener vorkommen als bei Pulver. Annales des mines. 1879. S. 229.

[8]) Über Zündmaschinen von Bornhardt, vergl. Zeitschr. des hannov. Arch.- u. Ing.-Ver. 1880. S. 15.

[9]) Folgende Angaben über Minenanlagen und Ladungsermittelungen entnehmen wir dem Aufsatze: „Die Sprengmittel der Neuzeit und ihre Hülfsmittel im Dienste des Eisenbahnbauwesens" im Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1875. Jede Mine, mit Ausschlufs der Einbruchsminen, soll parallel mit der nächsten freien Fläche laufen. Das Verhältnis der Tiefe der Mine (= Längenmafs des Bohrlochs) zur Vorgabe, d. h. dem Mafs der kürzesten Verbindungslinie vom Minenboden bis zur nächsten freien Fläche, ist ein ganz bestimmtes, wenngleich in den verschiedenen Medien wechselndes. In festem homogenen Gestein schwankt es zwischen $1^1/_2$ und 2, also $t : w = 2 : 1$.

Im lässigen und brüchigen Gestein ist das Verhältnis $t : w = 1^1/_4 : 1$; in fester Erde $t : w = 1^1/_2 : 1$. Nie darf t kleiner als w sein.

Die Entfernung zweier Minen, die einander unterstützen sollen (Minenabstand), ist bei der Einzelzündung das $1^1/_4$ bis $1^1/_2$fache der Vorgabe; bei der elektrischen Zündung dagegen das 2fache. Hier zeigt sich vorzüglich der Vorteil der elektrischen Zündung.

Die Verdämmung v (d. h. jener Besatz aus Erde, Bohrmehl und Wasser, der auf die Minenladung gesetzt wird, um den Explosionsgasen einen Widerstand in der Richtung der Bohrlochsachse zu leisten) ist abhängig von der Ladungshöhe (l) und soll nie kleiner als diese sein. $v \geq l$.

Da in dem Kapitel über Tunnelbau die Sprengarbeiten und Gesteinsbohrmaschinen eingehend behandelt werden, so lassen wir es hier bei obigen kurzen Bemerkungen bewenden.

§ 7. Arbeitsaufwand und Preisermittelung für die Bodengewinnung.

Für den Arbeitsaufwand, welcher bei den verschiedenen, oben besprochenen Bodenkategorien durch das Lösen, einschliefslich eines Schaufelwurfes oder der Einladung in Schiebkarren, erfordert wird, kann man etwa die folgenden Grenzwerte annehmen.

	Arbeitsstunden
1. Loser Sand, Dammerde etc. pro cbm Abtragsboden . . .	0,5—1,0
2. Leichter Lehm, feiner Kies, Torfmoor etc.	1,0—1,6
3. Schwerer Lehm und Thon, Mergel, fester grober Kies	1,6—2,4
4. Trümmergestein, Gerölle, kleinbrüchiger Schiefer etc.	2,4—3,2
5. Felsen, welcher noch mit Spitzhacke und Brecheisen zu lösen ist	3,2—4
6. Felsen in geschlossenen Bänken, welcher gesprengt werden mufs	3,5—6
7. Sehr fester, schwer schiefsbarer Felsen der ältesten Formationen, als Granit, Gneis, Quarz, Syenit, Porphyr	6—10.

Die Gewinnung des Bodens durch Maschinen nach Art der Bagger und Pflüge hat bei Eisenbahnbauten bisher wenig Anwendung gefunden. Einige in neuerer Zeit

---

Trotzdem die brisanten Sprengmittel eine weniger feste Verdämmung verlangen als die langsam wirkenden, ist es doch unökonomisch, dieselbe zu vernachlässigen. Ist $v > 1\frac{1}{2} l$, so ist sie unnötig grofs, die $1\frac{1}{2}$-fache Ladungslänge ist das Maximum der Verdämmungslänge.

Die Bohrlochstiefe bestimmt sich aus der Ladungslänge, welche die gewählte Vorlage bedingt. Die Minimalbohrlochstiefe ist das 2fache der Ladungslänge.

Die Maximalbohrlochstiefe erhält man für ein gegebenes Medium auf empirischem Wege, indem man, je nach dem Gestein, mit $t = 1\frac{1}{2} w$ oder $2w$ beginnt und die Tiefe vermehrt, bis die Wirkung der Ladung nicht mehr bis zum Minenmund reicht.

Nach der für die gewählte Vorlage bestimmten Maximaltiefe lassen sich die Tiefen für alle Vorgaben durch einfache Proportion berechnen. Es sei z. B. die Maximaltiefe für eine Vorgabe von 4 m gleich 6,5 m, so ist sie für die Vorgabe 1,5 m gleich 2,5 m.

Die Bohrlochsweiten sind durch die Ladungsmengen, also eigentlich durch die Vorgaben bestimmt. Folgende Tabelle kann übrigens als Norm angenommen werden:

Vorgaben bis zu 1 m				verlangen	2,80 cm
„	von 1,25	bis	1,75 m	„	4,00 cm
„	„ 2,00	„	2,50 m	„	5,25 cm
„	„ 2,75	„	3,00 m	„	6,60 cm
„	über 3,25			„	8,00 cm

weite Bohrlöcher. Diese Bohrlochsweiten werden hergestellt mit Bohrern von 2,45 — 3,65 — 4,90 — 6,25 — 7,65 cm Kronenbreite. Die Ladung einer Mine ist nur von dem Widerstande des zu sprengenden Mediums und der gewählten Vorgabe abhängig.

Nach Lebrun verhalten sich für Schwarzpulver die Ladungen zweier ähnlichen Minen in gleichem Medium wie die Kuben ihrer Widerstandslinien: $L : L_1 = w^3 : w_1^3$.

Der Widerstand des Mediums wird ermittelt, indem man die Minimalladung für 1 m Vorgabe durch Probeminen sucht. Solche Ladung K (in Kilogramm) ist der Widerstandskoeffizient des Mediums für das versuchte Sprengmittel: $L = K . w^3$.

Diese Formel, für Schwarzpulver aufgestellt, pafst nicht vollständig für Dynamit, indem sie mit wachsenden Vorgaben zu grofse Ladungen ergibt.

Der Verfasser des genannten Artikels ermittelt daher den Widerstand des Mediums für eine Vorgabe von 1 m und für eine wesentlich gröfsere Vorgabe und führt die dazwischen liegenden Mafse der Vorgaben proportionale Werte ein. Hat er beispielsweise die Minimalladung für 1 m Vorgabe zu 0,5 kg, für 6 m Vorgabe zu 29 kg gefunden, so würde nach der Formel $L = K . w^3$

für $w = 1$ der Widerstandskoeffizient $K = 0,5$

„ $w = 6$ „ „ $\frac{29}{6^3} = 0,134$,

eingeführte und nach vorliegenden Berichten mit gutem Erfolge benutzte Konstruktionen (Exkavatoren, Grabmaschinen) sind in den unten angegebenen Quellen beschrieben.[10]) Über die bei der Ausführung des Suezkanals, der Donauregulierung bei Wien u. a. O. benutzten mechanischen Hülfsmittel vergleiche man: „Portefeuille économique des machines. 1865.“

Bei Ermittelung der Preise für das Lösen und Laden der verschiedenen Bodenarten kommt zunächst die dafür aufzuwendende, im Vorstehenden angegebene Arbeitszeit in Betracht. Wird für eine 10stündige Arbeit ein Lohnsatz von 2 M. angenommen, so erhält man hieraus und aus der zum Lösen und Laden erforderlichen Arbeitszeit die in den ersten Kolumnen der nachstehenden Tabelle angegebenen Resultate.

Was die Geräte betrifft, so haben die Arbeiter Spaten und Schaufel selbst zu halten: es kommen daher bei den leichteren Bodenarten Kosten für Geräte zum Lösen nicht in Anrechnung. Für die schwereren Bodenarten werden den Arbeitern Hacken, Brecheisen, Keile, Schlägel, Hammer u. dergl. geliefert und betragen die Kosten hierfür etwa 5—10 Pf. pro cbm; für das Bohrgerät einschliefslich Unterhaltung können bei leichteren Felsen 10—15 Pf., bei festem Felsen 15—20 Pf. pro cbm angenommen werden. Die Kosten für Sprengmaterialien, als Pulver, Dynamit, Zündschnüre, elektrische Apparate mit Leitungen, wechseln bei den verschiedenen Gesteinsarten bedeutend. Auf einigen Bahnen in Süddeutschland sollen nach Henz zur Lösung von Quadersandstein und Muschelkalk in festen Bänken (also Kategorie 6) pro cbm 0,275—0,4 kg Pulver, à kg 60—70 Pf. verwendet sein, sodafs mit Hinzurechnung der Kosten für Nebenmaterialien durchschnittlich 24 Pf. auf 1 cbm kommen.

---

die Differenz also 0,5 — 0,134 gleich 0,366 sein und der Widerstandskoeffizient würde pro Meter um 0,073 abnehmen, also für

2 m	gleich	0,5—0,073	gleich	0,427
3 m	„	0,5—0,146	„	0,354
4 m	„	0,5—0,219	„	0,281
5 m	„	0,5—0,292	„	0,208
6 m	„	0,5—0,366	„	0,134 sein.

Hiernach läfst sich dann nebenstehende, für den Gebrauch auf der Baustelle sehr zweckmäfsige Tabelle berechnen.

Vorgabe m	Ladung kg	Anzahl Patronen grofse	kleine
1,0	0,500	9	3
1,5	1,553	31	2
2	3,360	67	1
2,5	5,938	118	2
3	9,180	182	3
3,5	12,863	257	1
4	16,640	332	2
4,5	20,048	400	3
5	22,500	450	—
5,5	23,293	465	2
6	29,000	579	3

Dabei ist die grofse Patrone zu 0,05 kg, die kleine Patrone zu 0,017 kg des Nobel'schen Dynamits No. 3 gerechnet. Zur raschen Ermittelung der Ladungshöhen ist folgende Tabelle bequem zu gebrauchen. Es geben 0,500 m Ladungshöhe bei einer Bohrlochsweite von

2,80 cm	gleich	0,356 kg	Dynamit
4,00 cm	„	0,800 kg	„
5,25 cm	„	1,585 kg	„
6,60 cm	„	2,375 kg	„
8,00 cm	„	3,165 kg	„

[10]) „Beiträge zur Geschichte der Grabmaschinen und der maschinellen Grabarbeit“ von F. Hottenroth. Zeitschr. f. Baukunde. 1882. S. 503.

„Dampferdarbeiter“ (steam navvy) von Ruston & Proctor. Engineering 1877. Mai. Zeitschr. d. hannov. Arch.- u. Ing.-Ver. 1878. S. 194. Maschinenkonstrukteur. 1878. S. 337.

„Pivoting excavator“ by A. Marner. Foreign abstracts of the inst. of civil eng. 18$^{79}/_{80}$. Part. 1. p. 81 aus Revue industrielle. vol. X. p. 355.

Bei Granit, Gneis, Syenit etc. (Kategorie 7) sind nach demselben Autor 0,45 kg Pulver (oder 0,84 kg Sprengöl) und 1 1/8 m Zündschnur, zusammen im Werte von 35—37 Pf. zu rechnen. Bei schwerem Gestein müssen die abgeschossenen Massen noch zerkleinert und ladefertig gemacht werden, wofür noch 10—15 Pf. pro cbm in Ansatz zu bringen sind.

Hiernach können für den zum Lösen und Laden der einzelnen Bodenkategorien erforderlichen Arbeitsaufwand, für Geräte und Sprengmaterialien, die in folgender Tabelle aufgeführten Preise als Mittelwerte angenommen werden. In der letzten Kolumne der Tabelle sind die aus den Einzelpreisen, unter Hinzurechnung eines mäfsigen Betrages für Unternehmergewinn, durch Abrundung entstehenden Summen enthalten.

Preis-Tabelle
über Bodengewinnung inkl. Ladung (bei einem Lohnsatze von 20 Pfennigen pro Arbeitsstunde).

Boden-Kategorie.	Arbeitsaufwand pro cbm in Stunden.	Kosten pro Kubikmeter der			Gesamtkosten in abgerundeten Summen in Pfennigen.
		Arbeitsleistung in Pfennigen.	Geräte in Pfennigen.	Sprengmaterialien in Pfennigen.	
1. Loser Sand, Dammerde etc.	0,5—1	10—20	—	—	15—25
2. Leichter Lehm, feiner Kies etc.	1—1,6	20—32	5	—	25—40
3. Schwerer Lehm und Thon, Mergel, fester grober Kies	1,6—2,4	32—48	6	—	40—60
4. Trümmergestein, Gerölle, kleinbrüchiger Schiefer etc.	2,4—3,2	48—64	8	—	60—80
5. Felsen, welcher noch mit Spitzhacke und Brecheisen zu lösen ist	3,2—4	64—80	10	—	80—100
6. Felsen, welcher gesprengt werden mufs . .	3,5—6	70—120	10—15	15—30	100—170
7. Sehr fester, schwer schiefsbarer Felsen der ältesten Formationen	6—8	120—160	15—20	30—50	170—250 [11] u. [12]

Die Preise verstehen sich einschliefslich der Kosten für das Laden des Bodens in niedrige Transportgeräte, als Schiebkarren, oder mittels eines einfachen Spatenwurfs. Das durch höhere Transportgeräte erschwerte Aufladen ist unter den Transportarbeiten in Anschlag zu bringen.

Die Wasserhaltigkeit des Bodens ist vorzugsweise bei den leichteren Arten von Einflufs auf die Gewinnungsarbeiten. Für das durch den Wasserzusatz erschwerte Lösen und Laden kann man bei leichtem Boden eine Mehrausgabe von etwa 15—20 Pf. pro cbm rechnen.

---

[11]) Plefsner führt an, dafs in den letzten Jahren bei den ihm bekannten Bahnen folgende Kosten für Felsarbeiten in Wirklichkeit aufgewandt sind:

	Pfennige.
für Thonschiefer und Keuper, Lösen und Laden (alles inkl. Pulver und Gezähe) pro cbm	60—85
„ weifsen und roten Sandstein, leichte Grauwacke, Trümmerbasalt	80—120
„ Kohlensandstein, feste Grauwacke, feldspatfreien Granit, Grünstein	130—170
„ feste auf dem Kopf stehende Grauwacke, Marmor, Kalkspat und quarzreichen Granit	160—200
„ sehr festen weifsen Granit, derben Porphyr, Melaphyr, Klingstein, Hornblende . .	200—250.

[12]) Nach Seefehlner hat man beim Bau der Karlstadt-Fiumaner Eisenbahn folgende Bodenkategorien unterschieden und die daneben bemerkten Grundpreise vergütet:

1. Erdreich mit Stichschaufel lösbar pro cbm . . . . 0,25 M.
2. Erdreich mit der Breitkrampe lösbar pro cbm . . . . 0,33 „
3. Erdreich mit der Spitzhacke zu lösen . . . . 0,51 „
4. Kalksteinbildung, die nur mit Keil und Brechstange zu gewinnen . . . . 0,82 „
5. Felsbildung, welche zum Teil mit Pulver oder Dynamit geschossen werden mufste . . 1,34 „
6. Fels, welcher durchgehends geschossen werden mufste . . . . 1,85 „

III. Transport des Bodens.

§ 8. Verschiedene Arten des Transportes. Schiebkarren-Transport. Geräte dazu.

1. Die verschiedenen Methoden der Bodenbewegung, welche beim Erdbau vorkommen, sind: das Werfen, das Tragen, der Transport in Schiffen, der Transport auf Drahtseilbahnen, der Transport mittels Schiebkarren, der Transport mittels Kippkarren und der Transport mittels Erdtransportwagen auf Eisenbahnen.

Das Werfen des Bodens pflegt den Anfang einer jeden Erdarbeit zu bilden und kommt aufserdem bei Grabenaushebungen und anderen Ausführungen vor, bei denen die Transportentfernung oder die zu fördernde Masse zu gering ist, um andere Transportmittel mit Nutzen anwenden zu können.

Das Tragen des Bodens ist eine in Ägypten, Indien und anderen südlichen Ländern gebräuchliche Methode, welche den Gewohnheiten der dort einheimischen Arbeiter besser entspricht, als die Benutzung der Karre.[13])

Der Transport in Schiffen kommt nur in besonderen Fällen zur Anwendung, beispielsweise zur Anschüttung des Planums in langgestreckten Niederungen in der Nähe schiffbarer Gewässer, wenn Seitenentnahmen neben der Bahn wegen der Beschaffenheit des Bodens oder des hohen Wertes des Terrains unausführbar oder unvorteilhaft werden und auf die Herbeiführung der Erdmassen aus gröfseren Entfernungen Bedacht genommen werden mufs. Dabei bildet der Schiffstransport in der Regel nur ein Zwischenglied einer kombinierten Förderungsart, indem der Boden nur selten an der Gewinnungsstelle direkt in die Schiffe geladen und an der Verwendungsstelle ausgeladen werden kann. Meist ist noch ein Transport in anderen Gefäfsen zwischen Gewinnungstelle und Schiff einerseits und nach vollendetem Transport zu Wasser zwischen Schiff und Verbrauchsstelle andererseits erforderlich. Die verschiedenartigen hierbei vorkommenden Arbeiten machen den Wassertransport nur ausnahmsweise für den Eisenbahnbau geeignet.[14])

Die Klassifizierung nach diesen Kategorien soll zu bedeutenden Differenzen zwischen der Staatsbauverwaltung und der Unternehmung geführt haben. Vergl. „Die Karlstadt-Fiumaner Bahn und der Hafen von Fiume" von Jul. Seefehlner. Zeitschr. f. Baukunde. 1881. S. 217.

[13]) Über die Eisenbahnbauten in Indien entnehmen wir einer Notiz in der Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1867 Folgendes:

„Der Tagelohn in Indien ist niedrig, 3 Pence (= 25 Pfennige) pro Mann, 1½ Pence pro Frau. An den Gebrauch der Karre wollen sich die Eingeborenen nicht gewöhnen. Da der Grunderwerb billig ist, ordnet man viele Seitenentnahmen an, aus welchen die Eingeborenen die Erde in Körben, die 2 Kubikfufs halten, (= *pp* 0,06 cbm) auf den Köpfen herbeitragen; sie füllen solche mit einem Gerät, ähnlich einer sehr breiten Hacke mit kurzem Stiel. Die Gewinnung geschieht sehr geschwind, aber der Damm bleibt wegen ungenügenden Komprimierens der Schüttung lose und setzt sich späterhin lange Zeit.

Man hatte eine Kolonne Kulies zum Gebrauch der Karre am Morgen überredet und fand sie am Abend die Karre, mit Erde gefüllt, auf dem Kopfe tragend."

Bei den Eisenbahnbauten in Sicilien sollen noch im Jahre 1866 die Erdmassen zum grofsen Teil ebenfalls in Tragkörben transportiert worden sein.

Vergl. auch den Aufsatz „Beitrag zur Geschichte des Erdbaues. Vom Tragen des Bodens" in der deutschen Bauzeitung. 1882. S. 492.

[14]) Bei den Bauausführungen der Breslau-Schweidnitzer Bahn (1875) in der Nähe von Stettin war ein etwa 12 km weiter Wassertransport zur Herbeischaffung der Auftragsmassen für den Bahnhof Stettin eingerichtet. Hierbei fanden je 4 Kähne, welche zur Zeit von einem Dampfer geschleppt wurden, in einem 20 m breiten, 110 m langen Stichhafen Platz, an dessen beiden Ufern auf Gerüsten Schienengleise zur Aufnahme von je 30 Erdtrans-

Drahtseilbahnen sind in neuerer Zeit wohl an solchen Stellen für Erdtransporte angewandt, wo es darauf ankam, von dem Terrain, über welches der Transport zu führen war, möglichst wenig anzugreifen und dessen Benutzung zu anderen Zwecken nicht zu beschränken.[15])

Von ungleich höherer Bedeutung als die vorerwähnten sind die Erdtransporte mit Schiebkarren, Kippkarren und auf Schienengleisen und sollen daher auch nur diese 3 Arten in Folgendem näher besprochen werden.

2. Der Schiebkarrentransport. Bei der Benutzung der Schiebkarre als Transportgerät vollzieht sich die Arbeit des Aufladens des Bodens wegen der geringeren Höhe, auf welche derselbe dabei gehoben zu werden braucht, leichter als bei der Kippkarre und dem Wagen.

Die geringe Breite und leichte Handhabung der Schiebkarre macht dieselbe auch auf beschränktem Raume anwendbar. Die Herstellung und Verlegung der Bahn ist rasch und leicht zu bewirken und die Unkosten für Geräte stellen sich bei dieser Transportart niedriger als bei den Kippkarren und Wagen. Dagegen erfordert der Transport der Erdmasse mittels Schiebkarren einen gröfseren Aufwand an Kraft. Derselbe kann sich daher nur bei geringen Transportweiten vorteilhaft stellen. Bis zu welcher Grenze dieses stattfindet, hängt von dem Verhältnis der mit der Entfernung wachsenden Kosten für die Bodenbewegung zu den konstanten Kosten für Be- und Entladung, Geräte u. s. w. ab. In der Regel wird die Grenze zwischen 80 und 120 m liegen.

Häufig wird man aber schon bei einer geringeren Entfernung zu einer vollkommeneren Transportart übergehen, wenn die Geräte und Bahnen für letztere doch angeschafft werden müssen; häufig wird man den Schiebkarrentransport über jene Entfernung ausdehnen, wenn die zu bewegende Bodenmasse so gering ist, dafs die Einrichtung einer anderen Transportweise sich nicht lohnt.

Auch die Beschränktheit des Raumes, die Höhenlage der Gewinnungsstelle zu der Verbrauchsstelle, die vorkommenden Steigungen und andere Umstände werden in vielen Fällen den Schiebkarrentransport nötig machen, wo die Gröfse der Entfernung auf eine andere Transportart hinweisen würde.

Die mit einer Schiebkarre fortbewegte Last wird zum Teil durch das Rad unterstützt, zum Teil mittels der Karrbäume von dem Arbeiter getragen.

Da das Tragen eine gröfsere Arbeitsleistung verlangt als das Schieben, so wird zweckmäfsig der Schwerpunkt der Last so nahe der Achse des Rades gebracht, als es die beim Be- und Entladen vorkommenden Manipulationen gestatten.

Die Fortbewegung der Last wird ferner durch Verminderung der Reibung am Umfange des Rades erleichtert und weil die Reibung mit der Gröfse des Raddurchmessers abnimmt, so empfiehlt sich aus diesem Grunde das Rad möglichst grofs zu nehmen. Ein zu grofses Rad erschwert aber die zweckmäfsige Konstruktion des Kastens

portwagen lagen. Die aus 30 Wagen à $2^1/_3$ cbm bestehenden Züge wurden mit Lokomotiven herbeigefahren und der Inhalt aus je 15 Wagen eines Zuges über Schüttbühnen in einen der Kähne geladen. Jeder Kahn trug 70 cbm Boden, so dafs zum Beladen der 4 Kähne im ganzen 4 Wagenzüge nötig wurden. Von den Schiffen aus erfolgte die Verteilung des Bodens mittels kleiner Lowries. Bei diesem Transport standen 3 bis 4 Schleppdampfer und 36 Oderkähne zur Verwendung. Das Leistungsquantum pro Tag ist 2500 bis 2700 cbm gewesen. Die Kosten des Wassertransportes sollen 0,6 bis 0,7 M. pro cbm, die des Gesamttransportes von der Gewinnungs- bis zur Verwendungsstelle etwa 2,5 M. pro cbm betragen haben.

[15]) Über eine zum Erdtransport bei dem Strafsburger Festungsbau ausgeführte Drahtseilbahn vergl. den Aufsatz von A. Bleichert in der deutschen Bauzeitung, Jahrg. 1877, S. 269.



und führt den weiteren Nachteil herbei, dafs die Karre sich weniger leicht umkippen und wieder aufrichten läfst als eine solche mit kleinem Rade.

Bei Schiebkarren, welche auf unebenen und nicht festen Wegen benutzt werden sollen, wird man, um den Reibungswiderstand des Weges überwinden zu können, gröfsere Räder anwenden müssen als auf festen glatten Wegen.

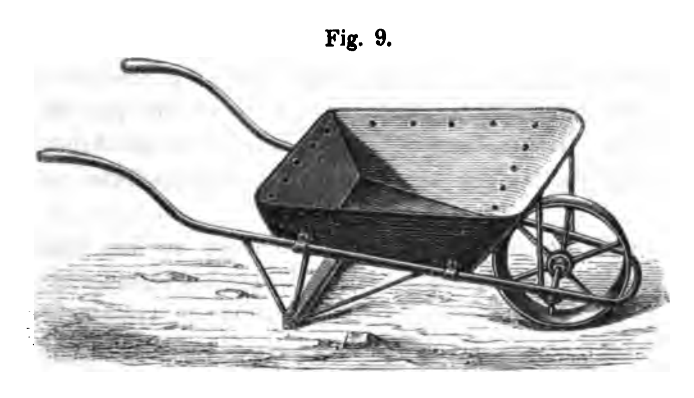
Die bei ausgedehnten Arbeiten gebräuchlichen Karrdielen verursachen einen nur geringen Reibungswiderstand und machen deshalb die Anwendung kleinerer Räder möglich. Der Durchmesser variiert bei den Schiebkarren, wie sie bei Eisenbahnausführungen vorkommen, gewöhnlich zwischen 0,39 und 0,47 m (= 12 und 18 Zoll).

Die Schwerlinie der beladenen Karren liegt etwa auf $^1/_4$ bis $^1/_3$ der Entfernung zwischen Radachse und den Handgriffen an den Karrbäumen. An Beispielen von Schiebkarren, welche in der Praxis sich bewährt haben, seien angeführt:

Die in Fig. 1—4, Taf. XI dargestellte, im nördlichen Deutschland häufig angewandte, der englischen ähnliche Schiebkarre mit nach oben sich stark erweiterndem pyramidalem Kasten, und die schlesische Karre mit weniger geneigten Seitenwänden. (Fig. 5—7, Taf. XI.) Erstere Form des Kastens erleichtert das Ausstürzen des geladenen Bodens.

Bei dem Fassungsraum dieser Karren gehen 14 bis 15 Ladungen auf 1 cbm loser Erde. Um die Anzahl der Ladungen für 1 cbm gewachsenen Boden zu ermitteln, hat man noch die Auflockerung zu berücksichtigen (vergl. § 5). Im Durchschnitt wird man auf 1 cbm gewachsenen Stichboden 15 bis 16 Karrenladungen rechnen können, bei Fels 17 bis 18. Das Gestell der Schiebkarren wird am besten aus Eschen- oder Eichenholz gearbeitet, der Kasten aus Pappeln-, Weiden-, auch Kiefernholz, das Rad in der Nabe aus Eichen-, im Kranze aus Eschen-, in den Sprossen aus Buchenholz. An Stelle der leicht beschädigten und viel Reparaturen veranlassenden hölzernen Räder hat man, besonders in England, auch gufseiserne Räder versucht, welche indessen die Nachteile zeigen, leicht zu springen und die Karrfahrten stark anzugreifen. Schmiedeiserne Räder werden teuer, neuerdings aber doch häufig angewandt.

Fig. 9.



Das Gewicht des schmiedeisernen Beschlages bei hölzernen Karren, einschliefslich der Achse, kann man zu 8 bis 9 kg annehmen; die Kosten einer vollständigen Schiebkarre zu rund 10 M.

Von ganz eisernen Karren, welche wegen ihrer grofsen Haltbarkeit in neuerer Zeit mehr und mehr angewandt sind, zeigt Fig. 9 ein nach amerikanischem Muster ausgeführtes Beispiel.

Das Gestell der Karre ist aus einem schmiedeisernen Gasrohre gebogen und auf dieses ist der Kasten von starkem Eisenblech genietet. Das Gestell umschliefst das Rad mit schmiedeisernem Radkranz, in dessen gufseiserner Nabe die Achse und Speichen von Schmiedeisen festgegossen sind. Die Achslager sind an dem Gestell durch Schrauben befestigt. Eine Bockkarre der beschriebenen Art mit 0,077 cbm Fassungsraum wiegt etwa 33 kg und kostet etwa 25 M.

Abweichend hiervon stellt man die schmiedeisernen Schiebkarren vielfach mit Gestellen aus ⊔-förmigem Walzeisen und eingesetzten hölzernen Handgriffen her, richtet den Kasten auch zum Kippen nach vorn ein, indem man ihn um die Laufachse drehbar macht.

Die Fahrbahnen für Schiebkarren werden aus 21 bis 24 cm breiten Dielen, deren Stärke zwischen 4 und 6 cm variiert, hergestellt, möglichst lang, um die Anzahl der Stöfse zu vermindern. Die starken Dielen haben bei längerer Dauer den Vorteil, sich weniger durchzubiegen, fester unterstopft und nach Abnutzung der einen Fläche umgedreht und von neuem benutzt werden zu können. Um das für die Benutzung der Karrbahnen nachteilige einseitige Aufkippen und Nachgeben der Dielen an den Stöfsen zu verhindern, empfiehlt es sich hier kurze Brettstücke unterzulegen. Zur Verhinderung des Aufreifsens der Dielen umnagelt man die Enden derselben wohl mit Bandeisen oder zieht bei starken Dielen einen Bolzen quer durch.

Das zu den Karrdielen verwendete Holz mufs nicht zu weich sein und nicht zu leicht absplittern. Am besten eignet sich Eichen- und Buchenholz, weniger Pappel- und Nadelholz. Letzteres wird trotzdem wegen der meist leichten Beschaffung und des billigen Preises häufig verwendet.

Die Kosten der Karrbahnen variieren nach den ortsüblichen Holzpreisen, etwa zwischen 0,8 und 1,2 M. pro lauf. Meter, sodafs bei Anschlägen im Mittel 1 M. gesetzt werden kann.

Karrfahrten können auf kurzen Längen mit 4% steigen oder fallen, ohne dafs hierdurch wesentliche Belästigungen für den Transport entstehen. Für derartige flache Steigungen, deren Grenzen übrigens verschieden, etwa zwischen $2^1/_2$ und 5%, angenommen werden, pflegen Zuschläge zu den für die horizontale Bahn geltenden Preissätzen meist nicht berechnet zu werden. Zur Überwindung von Steigungen über 8 bis 10% werden besondere Hülfsmittel erforderlich. Mitunter stellt man einen zweiten Arbeiter zum Ziehen oder Schieben an.

Bei der Förderung des Bodens auf gröfsere Höhen über sehr starke Steigungen benutzt man auch Pferde zum Ziehen. So ist namentlich in England bei den dortigen Dockbauten und anderen Ausführungen das in Fig. 14, Taf. XIII, dargestellte Verfahren angewandt. Auf einer unter etwa 45° angelegten schiefen Ebene führt ein Arbeiter die Schiebkarre, welche mittels einer über zwei Rollen gehenden Kette, an die ein Pferd gespannt ist, hoch gezogen wird. Beim Hinabfahren der leeren Karre hat der Arbeiter die Kette mitzuschleppen, wodurch ihm das Gehen auf der stark geneigten Bahn möglich gemacht wird.

Eine ähnliche Einrichtung besteht darin, dafs zwei Schiebkarren an den Enden einer Zugleine befestigt werden, welche über eine am oberen Ende der Rampe angebrachte Seilscheibe läuft und dafs der mit der leeren Karre hinabgehende Arbeiter den die beladene Karre führenden Arbeiter hinaufzieht.

Vorkehrungen, wie die zuletzt beschriebenen, finden bei Eisenbahnbauten im ganzen selten Anwendung. Von Bedeutung sind hier nur die Transporte in Arbeiterkolonnen auf horizontaler oder schwach geneigter Bahn. Da hierbei der regelmäfsige Betrieb von der gleichmäfsigen Leistung der einzelnen Arbeiter abhängig ist, so darf man die Kolonnen nicht zu stark machen. Als Durchschnitt rechnet man 15 bis 20 Mann. Die Länge der Fahrt, welche jeder Arbeiter mit seiner Schiebkarre beim Transport in Anspruch nimmt, kann man zu etwa $3^1/_2$ m rechnen. An den Be- und Entladestellen schliefsen die Arbeiter dichter aufeinander.

§ 9. Kippkarrentransport. Geräte dazu.

1. Handkippkarrentransport. Bei Besprechung des Schiebkarrentransportes ist erwähnt, unter welchen Umständen und bis zu welcher Entfernung derselbe zweckmäfsig erscheint. Wird die Entfernung so grofs, dafs zu einer anderen Transportweise übergegangen werden mufs, so wird bei gröfseren Massenbewegungen und wenn die örtlichen Verhältnisse die Anwendung sowohl des Kippkarrentransportes als auch des Transportes auf Interimsgleisen möglich machen, der Kostenvergleich mit seltenen Ausnahmen zu gunsten des letzteren ausfallen. Trotzdem behält der Kippkarrentransport eine Bedeutung für solche Fälle, in denen die zu bewegende Masse nicht erheblich genug ist, um die Anschaffung der kostspieligeren Geräte für den Interimsgleisbetrieb zu verlohnen oder wo Terrainverhältnisse den letzteren ausschliefsen.

Der Handkippkarrentransport ist wohl in keinem Lande in solcher Ausdehnung angewandt, wie in Deutschland. Fremde Ingenieure haben bei Besprechung der grofsartigen Erdarbeiten, welche auf vielen älteren deutschen Bahnen vorkommen, ihr Erstaunen über das Mifsverhältnis nicht unterdrückt, welches zwischen der Gröfse des Werkes und der Unvollkommenheit der Ausführungsmethode besteht. Sie meinen, dafs diesen grofsartigen Werken das Verdienst der ökonomischen und schnellen Ausführung durch vervollkommnete mechanische Einrichtungen fehle. Es ist wohl nicht zu verkennen, dafs bei der Entscheidung über die anzuwendende Förderungsart oft eine gewisse Scheu vor der Einführung eines komplizierten Betriebes, sowie der Mangel geeigneter Arbeitskräfte die Veranlassung zu dem Rückgreifen auf die älteren Methoden der Handarbeit gegeben haben. Nicht selten mag auch die geringe Höhe des Tagelohnes im Verhältnis zu den Kosten der vollkommneren Transportmittel das Beibehalten des Handkippkarrentransportes günstig haben erscheinen lassen. Die Vorteile desselben sind indessen gar zu oft überschätzt. In Frankreich und namentlich in England hat er nie eine weite Ausdehnung gefunden.

Die Handkippkarre wird in der Regel von zwei Arbeitern bedient, die, sobald die Ladung bewirkt ist, die Karre nach der Schüttstelle fahren, umkippen und leer zurückfahren. Eine Förderung in Kolonnen findet dabei gewöhnlich nicht statt. Dieser Umstand, dafs die zu einer Karre gehörenden Arbeiter ganz unabhängig von den übrigen arbeiten und in ihrem Verdienste durch die Leistungen der anderen nicht beeinträchtigt werden, macht diese Arbeit von fleifsigen tüchtigen Leuten sehr gesucht, die dabei ihre volle Thätigkeit besser als bei irgend einem anderen Förderungssystem entwickeln können. Die Kraftanstrengung ist dann aber oft auch so grofs, dafs die Leute ihre Gesundheit einbüfsen. Handkippkarrentransporte kommen bei Entfernungen bis 500, 600 m und mehr vor. Bei mehr als 400 m Transportweite wird die Anstrengung für die Arbeiter aber schon so bedeutend, dafs man bei gröfseren Weiten diese Transportweise nicht anwenden sollte.

Die Arbeiter bewegen die Karre durchschnittlich mit etwa 1 m Geschwindigkeit, dabei können die Bahnen bis 1°/₀ steigen. Bei stärkeren Steigungen sind 3 Arbeiter für den Transport erforderlich, von denen zwei ziehen, der dritte schiebt. Die gewöhnliche Kippkarre besteht aus einem Kasten mit Langbäumen, welcher durch eine Achse mit zwei Rädern unterstützt wird. Der Schwerpunkt der Ladung liegt annähernd über der Achse.

Die Räder haben reichlich 1,1 m Durchmesser und meist 1,2 bis 1,4 m Spurweite. Die Länge des Kastens mufs so bemessen werden, dafs derselbe beim Aufkippen nicht zu früh auf den Boden stöfst. Eine Neigung von wenigstens 45° mufs dem Kasten

gegeben werden können. Die Hinterwand wird zum Herausnehmen eingerichtet. Der Fassungsraum der Karren variiert zwischen ¹/₃ und ¹/₂ cbm. Bei Überschlägen rechnet man wohl auf ein Kubikmeter gewachsenen Stichboden 3 Ladungen, bei Felsboden 3,5 Ladungen.

In den Fig. 8 bis 11, Taf. XI ist eine Handkippkarre häufig vorkommender Konstruktion dargestellt. An Material pflegt man zu den Rädern Eichenholz, zu dem Kasten Pappeln- oder Kiefern-, im übrigen Rotbuchenholz zu verwenden. — Der Eisenbeschlag wiegt 50 bis 60 kg. Den Preis einer kompletten Karre inkl. Beschlag kann man zu 80 bis 100 M. annehmen. Die Fahrbahn für die Handkippkarren wird aus 8 bis 13 cm starken, 26 bis 30 cm breiten Bohlen, am besten aus Buchenholz, hergestellt. Die Bohlen werden bis zu ihrer Oberfläche in den Boden eingebettet und an den Stöfsen, zweckmäfsig auch noch dazwischen in Entfernungen von 2 bis 3 m, durch Querhölzer in ihrer Lage gesichert. — In seltenen Fällen nagelt man, um das Ablaufen der Karre von der Bahn zu verhüten, auf die Fahrbohlen Schutzleisten von 5 cm Breite und Höhe, sodafs die Räder aufserhalb derselben laufen. Für die Arbeiter, welche die Karre zu ziehen und auf den Bohlen zu gehen haben, werden indessen diese Schutzleisten leicht hinderlich.

Die nach den Holzstärken und Preisen variierenden Kosten der Karrfahrten können zu etwa 3 bis 4 M. pro lauf. Meter Fahrt veranschlagt werden.

Statt der hölzernen Bahnen, welche sich schnell abnutzen, verwendet man vielfach Flachschienen aus gewalztem Eisen von etwa 130 mm Breite und mit 15 bis 20 mm hohen Rändern (10 bis 11 kg pro lauf. Meter wiegend).[16])

An den Stöfsen werden diese Schienen durch untergelegte Hölzer in ihrer Lage erhalten. Wo abgenutzte Eisenbahnschienen zur Verfügung stehen, gebraucht man auch diese zu den Karrbahnen, indem man sie auf die Seite legt, sodafs das Rad der Karre durch die Vorsprünge des Schienenkopfes und des Fufses Führung erhält. Bei der geringen Fläche, welche die Eisenbahnschienen gegen das Einsinken in den Boden bieten, sind aufser den Unterlagshölzern an den Stöfsen noch solche zwischen denselben erforderlich. Neue Eisenbahnschienen vor deren Verwendung zum definitiven Oberbau für Karrbahnen zu benutzen ist nicht rätlich, weil die Schienen hierbei zu sehr verbogen werden.

Für die Rückfahrt der leeren Karren wird bei einigermafsen festem Boden in der Regel keine Fahrt gelegt, da mit den grofsen Rädern der Kippkarren die Hindernisse des Weges leicht überwunden werden können.

2. Der Pferdekarrentransport hat namentlich in früheren Jahren bei deutschen Bauausführungen dann Anwendung gefunden, wenn die Transporte zu grofs wurden, um zweckmäfsig durch Menschen bewirkt zu werden und die Einrichtung eines Betriebes auf Interimsgleisen wegen der kostspieligen Geräte nicht vorteilhaft erschien. Die hierbei benutzten Kippkarren unterscheiden sich nicht wesentlich von den Handkippkarren, nur erhalten sie eine Vorrichtung zum Anspannen des Pferdes und zur Verbindung der Karren, die meist zu zwei, seltener zu drei Stück aneinander gekuppelt und von einem Pferde fortbewegt werden. In neuerer Zeit wird diese Transportart nur selten mehr angewendet und dürfte gegenüber den vervollkommneten Erdförderungsmethoden auf Interimsgleisen auch nur in seltenen besonderen Fällen Vorteile bieten.

[16]) Über die bei der Bergisch-Märkischen Bahn angewandten gewalzten Laufbohlen von 130 mm Breite und 22 kg Gewicht pro lauf. Meter siehe 3. Supplementband zum Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw. 1863.

Eine speciellere Beschreibung des Pferdekarrentransportes mit den dabei vorkommenden Einrichtungen, Geräten und Arbeiten entnehmen wir dem Werke von Henz, dessen Verfasser diese Förderungsart bei seinen ausgedehnten Bauausführungen in früheren Jahren vielfach angewendet hat.[17])

Der Laderaum jeder Karre enthält 0,6 cbm, sodafs in derselben 0,5 cbm Erde oder 0,4 cbm Steine, im Abtrag gemessen, mithin in 2 Karren 1,0 cbm Erde oder 0,8 cbm Steine transportiert werden können.

Wenn diese Karren auf Gefällen von 1:100 oder darüber verwendet werden müssen, erhalten dieselben Bremsvorrichtungen; diese Bremsen werden von dem Pferdetreiber bedient.

Die Fahrbahn für die beladenen Wagen besteht aus 280 mm breiten, 100 mm starken hölzernen Langschwellen, welche bis 4,75 m Länge an den Stöfsen und in der Mitte durch 2,35 m lange, 0,314 m breite und 130 mm starke Querschwellen unterstützt, in dieselben eingeschnitten und verkeilt werden. Auf den inneren Kanten der Langschwellen sind 100 mm hohe und breite Spurlatten genagelt, wie aus Fig. 15, Taf. XIII ersichtlich ist. Die Fahrbahn für die leer zurückgehenden Karren besteht nur aus 80 mm starken Bohlen als Langschwellen, welche nur in den Stöfsen unterstützt, aber auch mit Spurlatten versehen sind. Auch hierbei ist die Anwendung der eisernen Fahrplatten vorzuziehen, doch mögen dieselben dann besser 156 bis 160 mm breit und 26 mm hoch sein. Die leere Rückfahrt bedarf bei steinigem Boden oder Sand gar keiner besonderen Bahn.

Die Ausstürzbühnen erhalten bei dieser Förderungsart dieselbe Einrichtung, wie beim Handkippkarrentransport. Wo etwa Ausweichungen in der Fahrbahn nötig sind, werden eben solche Bohlenplatformen angelegt, auf welche Spurlatten zur Führung der Wagenräder genagelt sind. Wenn der Boden in den Einschnitten nicht sehr trocken und fest ist, wird auch vor den Ladestellen ein Bohlenbelag gestreckt, um das Wenden, Zusammenkuppeln und Anfahren der Karren möglichst zu erleichtern und zu beschleunigen.

Die Anlagekosten richten sich wesentlich nach den örtlichen Holzpreisen und müssen dieselben dementsprechend ermittelt werden. Annäherungsweise kann angenommen werden, dafs das laufende Meter Fahrbahn für beladene Wagen 5,25 bis 6 M., für leere 3,75 M., das Quadratmeter Bohlenbelag 3 bis 3,75 M., ein Paar Pferdekarren mit dem Pferdegeschirr 360 M. und ein für diese Arbeiten geeignetes Pferd rot. 900 M. kostet.

Die Pferde bewegen sich im Schritt mit einer Geschwindigkeit von nahezu 1,25 m in der Sekunde, legen also einen Weg von 75 m in der Minute, und 4500 m in der Stunde zurück. Der tägliche Weg, welchen ein Pferd, halb mit beladenen, halb leeren Karren täglich zurückzulegen vermag, kann auf 30 bis 35 km angeschlagen werden und da die tägliche Arbeitszeit eines Pferdes zu $10^1/_2$ Stunden anzunehmen ist, so bleiben $2^3/_5$ bis $3^4/_5$ Stunden für das Beladen und Entladen, Wenden etc. der Karren übrig. Andererseits ist aber die hierzu erforderliche Zeit von der Länge der Transporte unabhängig und beträgt für jede Fahrt, sie mag lang oder kurz sein, zwischen 12 und 15 Minuten, woraus sich ergibt, dafs lange Transporte eine weit vollständigere Ausnutzung der Pferdekräfte zulassen als kurze. So gehört z. B. schon eine Transportweite von 1500 m dazu, wenn ein Pferd in $10^1/_2$ Stunden 35 km zurücklegen und nicht länger unthätig bleiben soll, als der nötige Aufenthalt des Auf- und Abladens erfordert. Gute, wohlgenährte Pferde legen einen Teil des Rückweges mit leeren Wagen im Trabe zurück und bewegen sich dann mit der doppelten Geschwindigkeit, wodurch ein Teil der durch die Nebenarbeiten verlorenen Zeit wieder eingebracht werden kann.

Das Beladen, Los- und Zusammenkuppeln der Karren an den Gewinnungsorten des Materials geschieht durch die mit der Lösung desselben beschäftigten Arbeiter; zum Entladen sind an der Abstürzstelle 7 Arbeiter erforderlich, nämlich 3 für den Vorder- und 4 für den Hinterwagen. Von letzteren ergreift einer die Deichsel und löst dieselbe, zwei greifen in die Räder, drehen die Karre und bringen sie zur Kante des Absturzplateaus, und der vierte löst das Schutzbrett, hilft beim Entladen und setzt die Brettwand wieder ein. Beim Vorderwagen wird ebenso verfahren, nur ist der Arbeiter an der Deichsel nicht erforderlich, da der Treiber durch das Pferd die Karre drehen und zurücksetzen läfst. Der Betrieb mufs so eingerichtet werden, dafs das Ausstürzen der Karren ununterbrochen während der Arbeitszeit fortgesetzt werden kann, und bei dieser Voraussetzung ist es möglich, in $9^1/_2$ Stunden 750 Doppelkarren in den Auftrag zu schütten, wobei aufserdem 1 Stunde auf die Verlängerung der Bettung und der Fahrbahn gerechnet wird. Die von den 7 Mann am Kopf der Schüttung zu verrichtende Arbeit ist indessen eine so anstrengende, dafs sie den ganzen Tag über nicht auszuhalten ist und die Leute in bestimmten

[17]) Vergl. Henz. „Erdbau“, S. 172 u. w.



Zeitintervallen abgelöst werden müssen, weshalb dafür 14 Mann in Rechnung gestellt werden müssen. Die 750 abgestürzten Doppelkarren halten circa 750 cbm Boden, es kommt also auf jedes Kubikmeter $\frac{14}{750}$ = rot. $\frac{1}{50}$ Tagelohn, auf das Lösen, Wenden, Auskippen und Wiederzusammenkuppeln der Karre, sowie auf die Verlängerung der Absturzbettung, mithin etwa 6 Pf. (= 0,05 M.)

Selten kommt bei diesen Arbeiten der Fall vor und es mufs bei den Dispositionen möglichst vermieden werden, dafs Schüttungsmaterial auf stark ansteigenden Bahnen gehoben werden mufs; wenn es aber nicht vermieden werden kann, so mufs sowohl an der Belastung der Karren, als an der Geschwindigkeit der Förderung verhältnismäfsig nachgelassen werden. Häufiger wird dagegen der Boden mit dem Gefälle transportiert werden müssen, auf welchem die Kraft nicht sowohl zum Fortschaffen der Last als auf das Zurückhalten und die Tragung eines Teils derselben, sowie auf die Zurückführung der leeren Wagen auf Austeigungen verwendet werden mufs.

Nach den Erfahrungen, welche beim Gebrauche dieser Karren gemacht worden sind, können Gefälle von 1:50 beim Niedergange mit der Last noch bequem überwunden werden, nur lastet schon ein Teil der vordersten Karrenladung auf dem Pferd; bei einem Gefälle von 1:30 bis 1:40 und mehr mufs aber schon gebremst werden. Leere Wagen können ohne Gefahr noch bei einem Gefälle von 1:15 bis 1:20 abwärts fahren, beim Hinaufgehen derselben auf gleicher Steigung ist aber der Kraftaufwand so grofs, wie der zum Transport beladener Wagen auf der Horizontalen.

Bei einer grofsen Dammschüttung wurden mit diesen Karren während längerer Zeit bei täglich 11stündiger Arbeit durch 28 Pferde täglich 600—700 Doppelkarren auf 800—850 m Entfernung befördert, dabei auf 350—400 m Länge die leeren Wagen im Trabe zurückgefahren. Danach ist täglich 22mal gefahren und ein Weg von 36—37 km zurückgelegt worden.

Ein anderer Fahrschacht von 24 Pferden transportierte auf 500—550 m Entfernung täglich 550 Doppelwagen; Hin- und Rückweg wurde im Schritt zurückgelegt; es kamen daher auf den Tag 26 Fahrten und der ganze Weg eines Pferdes betrug nur wenig über 27 km.

Bei Überschlägen für beschränktere Baustellen, wo die Arbeiten öfter gestört werden, kann unter der Annahme, dafs 5 Doppelkarren 5 cbm Boden fassen, gerechnet werden, dafs 1 Pferd täglich auf

350 m	Entfernung	30 cbm	transportiert,
550 „	„	24 „	„
750 „	„	20 „	„
950 „	„	18 „	„
1150 „	„	15 „	„
1500 „	„	12 „	„

§ 10. Transport auf Interimsbahnen. Geräte dazu.

1. Interimsgleise für Erdtransporte, welche ähnlich den Gleisen der definitiven Eisenbahnen hergestellt werden, bieten gegenüber den bisher betrachteten Förderbahnen den Vorteil, dafs bei ihnen die Reibungswiderstände, welche die Fahrzeuge zu überwinden haben, wesentlich geringer werden, dafs ferner die Einflüsse des Wetters ihre Benutzung nur in unerheblicher Weise beschränken und dafs sie die Anwendung der Dampfkraft zur Fortbewegung der Transportwagen, an Stelle der animalischen Kräfte, möglich machen. Hierin liegt ihre grofse ökonomische Bedeutung, hierdurch ist es möglich geworden, dafs Erdarbeiten im leichten Terrain bei grofsen Transportweiten jetzt billiger ausgeführt werden als in früheren Jahren, trotz der enormen Steigerung der Arbeitslöhne und der Preise für alle Lebensbedürfnisse.

Natürlich wird die Anwendung von Interimsbahnen erst da zweckmäfsig werden, wo die hohen Beschaffungskosten für Gleise, Transportgeräte und die zur Unterhaltung derselben erforderlichen Anlagen sich auf eine gröfsere Förderungsmasse verteilen. In den einzelnen Fällen wird man daher die durch Instandsetzung des Betriebes entstehenden Kosten, mag das Material aus vorhandenen Beständen genommen oder neu angeschafft werden, zu ermitteln haben und untersuchen müssen, ob der davon auf die Masseneinheit entfallende Teil die Minderkosten der Förderung übersteigt oder nicht. In den späteren Paragraphen über Leistung und Kosten wird hierauf näher eingegangen werden.

Die Konstruktion der Interimsgleise hängt wesentlich von den Lasten ab, welche sie zu tragen haben, und von der Art der Zugkraft. Man benutzt zum Fortbewegen der Transportwagen Menschen, Pferde oder Dampfmaschinen.

Der Transport durch Menschen beschränkt sich auf kurze Entfernungen und kleinere Arbeiten. Werden gröfsere Leistungen erforderlich, so benutzt man zweckmäfsig zum Fortbewegen der Massen Pferde oder Dampfmaschinen.

Die vorkommenden Erdtransportwagen variieren zunächst hinsichtlich ihrer Gröfse, sodann hinsichtlich der Einrichtung zum Entleeren derselben. In ersterer Beziehung bestehen erhebliche Unterschiede zwischen den dem Bergwerksbau entnommenen, bei Tunnelbauten noch häufig benutzten schmalspurigen Hundewagen mit 0,60 m Spurweite oder weniger, und den für Bahnen der normalen Spur von 1,435 m eingerichteten Wagen. In letzterer Beziehung unterscheidet man Wagen mit festem Kasten von solchen mit beweglichen Kasten und unter diesen wieder Vorkipper und Seitenkipper. Bei Wagen mit festen Kasten mufs, um sie zu entleeren, der Inhalt durch Handarbeiter mittels Schaufeln, Hacken oder ähnlichen Geräten entfernt werden, während die Kippkarren eine solche Einrichtung erhalten, dafs durch eine Neigung des Kastens der Inhalt entweder nach der Seite (Seitenkipper) oder nach vorn (Vorkipper) herausfällt. Es würde hier zu weit führen, alle die verschiedenen Arten der Erdtransportwagen zu beschreiben, zumal dieselben im 2. Bande des Handbuchs der sp. E. T. Kap. XII bereits besprochen und zum Teil durch Zeichnungen dargestellt sind; wir beschränken uns darauf, der Vollständigkeit wegen, einige wenige Beispiele anzuführen, welche bei Bahnbauten sich bewährt haben.

In Fig. 1 u. 2, Taf. XII, ist ein Wagen mit festem Kasten dargestellt, welcher in früheren Jahren bei einer Reihe von grofsen Bauausführungen der hannoverschen Eisenbahnen angewandt ist, wo man die weniger stabilen Kippwagen einzuführen sich scheute. Die Spurweite des Wagens beträgt 0,63 m, der Kasten fafst 1 cbm.

Das Entladen dieser Wagen hat bei Sandboden nach den Angaben von Mohr[18]) unter günstigen Verhältnissen (berechnet nach der täglichen Leistung) pro Kubikmeter etwa 0,4 Arbeiterstunden beansprucht, ein erheblicher Arbeitsaufwand gegenüber dem bei Kippwagen erforderlichen. Zur direkten Vergleichung hierüber diene folgendes Beispiel.

Bei einem gröfseren Erdarbeitsbetrieb in der Nähe von Berlin mit Lokomotivtransport sind im Frühjahr 1875 unter allerdings sehr günstigen Verhältnissen bei leichtem Sandboden 33 Seitenkippwagen à 2,6 cbm Inhalt von 22 Mann in 7 Minuten regelmäfsig geleert, das macht pro cbm $\frac{7}{3,9} = 1,8$ Minuten oder 0,03 Arbeitsstunden. Bei demselben Betrieb mufsten in jedem Arbeitszuge zwei Bremswagen (à 2,6 cbm), die nicht zum Kippen eingerichtet waren, ausgeschaufelt werden. Hiermit hatten 6 Mann bei forcierter Arbeit Schwierigkeit, um in der Zeit von 7 Minuten fertig zu werden; diese Arbeit erforderte also pro cbm $\frac{6 . 7}{2 . 2,6 . 60} =$ etwa 0,13 Arbeitsstunden.

Es hat demnach das Ausschaufeln reichlich 4mal so viel Arbeit erfordert, als das Entleeren der Kippwagen.

Aus der durchschnittlichen Tagesleistung ergibt sich, dafs oben erwähnte 22 Mann in 12 Stunden aus 33 Arbeitszügen 33 . 33 . 2,6 = 2831 cbm Sandboden von Kippwagen entladen haben, neben den zwischen den einzelnen Zügen vorkommenden Nebenarbeiten, Einbauen der Massen, Verschieben der Gleise u. s. w.; pro cbm sind also $\frac{22 . 12}{2831} = 0,093$ = rot. 0,1 Arbeitsstunden aufgewandt. Vergleicht man dieses Resultat mit den von

[18]) Zeitschr. d. hannov. Arch.- u. Ing.-Ver. Jahrg. 1865, S. 162.

Mohr unter sehr günstigen Verhältnissen beim Ausschaufeln des Sandbodens beobachteten, von nämlich 0,4 Arbeitsstunden pro cbm, so ergibt sich auch hiernach für das Ausschaufeln etwa der 4fache Arbeitsaufwand gegenüber dem Entleeren der Wagen durch Kippen.[19]) u. [20])

Der Mangel an genügender Stabilität, welcher den Kippwagen oft vorgeworfen wird, ist durch die verbesserten Konstruktionen der neueren Zeit beseitigt. Die Verbesserungen bezwecken vornehmlich neben einer soliden Herstellung der Achsen und Räder, eine nicht zu hohe Lage und sichere Stützung des Kastens, die Möglichkeit den Kasten behufs Entladens stark neigen zu können, sowie Einfachheit und Dauerhaftigkeit des Bewegungsmechanismus und der Beschlagteile.

Der Fassungsraum der Kippwagen variiert etwa zwischen 0,5 und 2,5—3 cbm, obwohl kleinere Wagen als von 1 cbm Inhalt selten bei Erdarbeiten vorkommen. Die Gröfse steht in wechselseitiger Beziehung zu der Art der Zugkraft, dem Arbeitsbetriebe an den Be- und Entladestellen, der Tragfähigkeit der Transportbahnen und der des Auftragsbodens, letzteres, weil die frisch geschütteten Teile der Dämme bei mancher Bodenarten grofse Lasten nicht zu tragen vermögen.

Je gröfser die Transportweite, je gröfser also der von den Gesamtkosten der Erdarbeiten auf den Transport entfallende Teil ist, desto lohnender wird die Einführung vollkommener Transportmittel. Grofse Wagen sind im allgemeinen stabiler als kleine und eignen sich deshalb für weite Transporte. Die Anwendung kleinerer Wagen von 1,0 bis 1,5 cbm Inhalt bietet dagegen den Vorteil, die Kosten der zum Entladen der Massen erforderlichen Anlagen und Arbeiten zu vermindern; die Schüttgerüste können leichter konstruiert werden und die Entladung geht unter sonst gleichen Verhältnissen rascher von statten.

2. In den Fig. 5 u. 6, Taf. XII. ist ein Seitenkipper von 1,12 cbm Inhalt aus der Fabrik der Harzer Aktiengesellschaft zu Nordhausen dargestellt, dessen Konstruktion auch für gröfsere von 1³/₈, 2 und 2¹/₄ cbm Kapazität häufig angewandt ist. Die an einem Wellbaume von Eichenholz befestigten Kasten kippen um 45°, sind ganz unabhängig vom Untergestell und werden während der Fahrt von Schlufsketten gehalten, die man vor dem Kippen löst. Durch die Trennung des Kastens vom Untergestell wird der Vorteil erreicht, dafs wenn ein Wagen den Damm hinunterfällt, beide Teile mehr geschont bleiben. Die Böden der Kasten bestehen aus 5 cm (2 Zoll) starken Buchen-, Kiefern- oder Pappelholz, die Seiten aus 4 cm starkem Nadel- oder Pappelholz.

---

[19]) Hottenroth gibt in dem Aufsatze „Beitrag zur Geschichte des Erdbaues“, in der Zeitschr. f. Baukunde 1882, zwei Beispiele über den Arbeitsaufwand beim Entleeren von Kippwagen verschiedener Gröfse, S. 74. Nach dem einen derselben haben grofse Kippwagen von 3 cbm Inhalt einen Aufwand von 0,032 Arbeitsstunden pro cbm erfordert, nach dem anderen kleine Kippwagen von 1,33 cbm Inhalt einen solchen von 0,011 Arbeitsstunden pro cbm. In dem zweiten Falle hat ferner die durchschnittliche Tagesleistung ergeben, dafs mit Einschlufs der Nebenarbeiten, des Einbauens der Massen etc. auf die Entladung 0,072 Arbeitsstunden pro cbm verwandt sind, während in unserem Beispiele bei Wagen von 2,6 cbm Inhalt hierfür 0,1 Arbeitsstunden ermittelt wurden. Der Verfasser folgert hieraus, dafs hinsichtlich des Entladens und der Nebenarbeiten beim Einbauen der Massen die Anwendung kleiner Rollwagen vorteilhafter sei als die grofser Wagen.

[20]) Nach der für die oldenburgischen Bahnen von Buresch aufgestellten Preistabelle verhalten sich die Preise für sämtliche Arbeiten am Abladeorte, also für das Entladen der Wagen, Verbauen des Bodens, Verlegen und Unterhalten der Gleise, Versetzen des Sturzgerüstes, Wagenschieben, Weichenziehen etc. bei Anwendung von Kippwagen zu denen bei Anwendung fester Wagen wie 4 : 9. Läfst man die konstanten Nebenarbeiten unberücksichtigt, so werden selbstverständlich die nur für das Entladen sich ergebenden Verhältniszahlen sehr viel mehr verschieden.

Die Räder aus Hartgufs haben 0,31 m und 0,42 m Durchmesser, bei gröfseren Wagen 0,52 m. Gröfsere Wagen und solche mit Bremsen werden auch mit Hohlrädern ausgestattet.

Die Lager sind für die Anwendung flüssiger Öle zum Schmieren eingerichtet. Auf beiden Seiten werden die Lagerstellen mit Filz vollständig abgeschlossen, sodafs weder Schmutz eindringen, noch Öl auslaufen kann. Die Lagerpfannen bestehen aus Weifsmetall. Die Spurweiten betragen bei den kleineren Wagen meist 0,62 und 0,7 m; für die gröfseren Wagen wird eine solche von 0,9 m empfohlen.

Die Bremsen sind starke Schraubenbremsen, welche mitunter durch einfache Kuppelbremsen ersetzt werden.

Fig. 10.

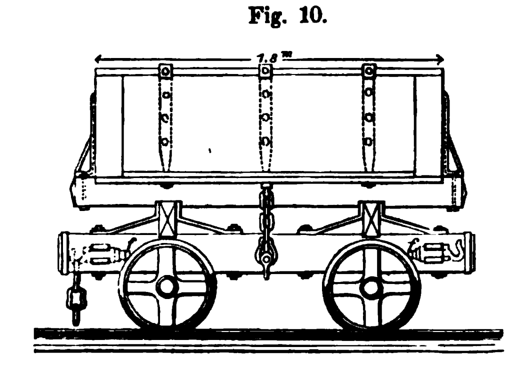
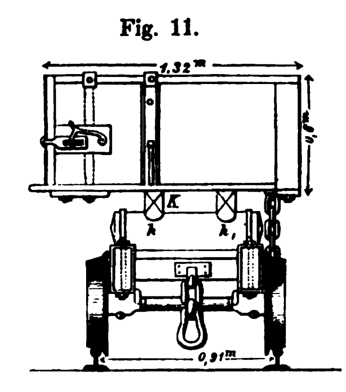


Fig. 11.



Der in vorstehenden, dem in Note 19 erwähnten Aufsatze entnommenen Figuren 10 u. 11 dargestellte Seitenkipper hat bei sehr bedeutenden Unternehmungen Anwendung gefunden und wird sowohl wegen seiner äufserst einfachen Konstruktion, wie auch wegen seiner Handlichkeit sehr gerühmt. Der Kasten dieses Wagens liegt mittels der Längsbäume lose in den ausgerundeten Vertiefungen h und h_1 des Untergestells und ist, je nachdem er mit dem Kippkaum k in der Vertiefung bei h oder bei h_1 ruht, nach der einen oder nach der anderen Seite zu kippen. Der Preis eines solchen Rollwagens von 1,33 cbm Fassungsraum für 0,90 m Spurweite, mit Gufsstahlrädern, elastischen Zughaken und mit verschlossenen Öllagern beträgt 200 M., mit Bremse 225 M.

Der in den Fig. 7—10, Taf. XII, ebenfalls zum Kippen nach der Seite dargestellte Wagen hat mehrfach bei gröfseren Lokomotivtransporten, u. a. bei dem im § 12 erwähnten Beispiel, Anwendung gefunden. Der Kasten hat einen Inhalt von 2,5 cbm. Er wird durch den in zwei offenen Lagern ruhenden hölzernen Wellbaum und aufserdem an jeder Langseite durch eine um ein Scharnier drehbare, mit Eisen armierte, hölzerne Stütze getragen. Letztere wird bei horizontaler Lage des Kastens durch eiserne Haken aufrecht stehend erhalten und, wenn gekippt werden soll, mit einem hölzernen Schlägel zurückgeschlagen. Dadurch verliert der Kasten an der einen Seite seinen Stützpunkt und neigt sich um annähernd 45°. Da an beiden Langseiten solche bewegliche Stützen angebracht sind, so kann der Wagen zum Kippen nach beiden Seiten benutzt werden, ein Umstand, auf welchen indessen ein grofses Gewicht nicht gelegt zu werden braucht, da in der Regel dieselben Wagen längere Zeit nur nach einer Seite hin entleert werden und wenn hierin ein Wechsel eintreten soll, leicht gedreht werden können. Der Boden des Kastens ist zum Schutz gegen rasche Abnutzung und um beim Entladen das Ausrutschen des Erdmaterials zu befördern, mit Eisenblech beschlagen. Die Spurweite beträgt 0,90, der Raddurchmesser 0,55 m.

Ein besonderes Augenmerk ist auf eine möglichst vollkommene Einrichtung der Lager und die Güte des Materials an Achsen und Rädern gerichtet. Der auch im übrigen sehr solid konstruierte Wagen hat in den letzten Jahren 600—650 M. gekostet.

Die Fig. 11 u. 12, Taf. XII, zeigen einen englischen Vorkipper von etwa 2 cbm Inhalt. Der Rahmen des Wagens besteht aus zwei Teilen, die durch ein Scharnier in der Nähe der vorderen Achse verbunden sind. Der Kasten sitzt fest auf dem vorderen Teile des Rahmens und neigt sich mit diesem nach vorn, wenn die schnelle Bewegung des Wagens plötzlich gehemmt wird, was bei der in § 22 näher beschriebenen, in England üblichen Methode des Abstürzens der Bodenmassen geschieht. Der Wagen zeichnet sich durch grofse Stabilität, durch die Leichtigkeit, mit der er sich entleert und durch die Einfachheit der Konstruktion aus. Die Spurweite ist die normale von 1,435 m, die Räder haben 0,76 m Durchmesser.[21])

Fig. 3 u. 4, Taf. XII, zeigen einen eisernen Universalkipper von 0,48 m Rauminhalt des Kastens. Letzterer ruht mittels zweier Winkeleisen auf zwei lösbaren Achsen, von denen je eine beim Kippen beseitigt wird. Die Lager dieser Achsen sind auf einer Wendescheibe befestigt durch deren Drehung der Wagen je nach Wunsch zu einem Vorkipper oder einem Seitenkipper gemacht werden kann.

In neuerer Zeit sind vielfach abweichende Konstruktionen von Kippwagen mit mehr oder weniger Erfolg eingeführt. Wir erwähnen darunter die sog. Muldenkipper mit muldenförmigen, auf dem abgerundeten Boden sich wälzenden Kasten; die amerikanischen Wagen mit wiegenartigen Kippvorrichtungen; die Rollenkipper, bei denen die Wagenkasten auf Rollen verschiebbar sind und behufs Kippens soweit verrückt werden, bis der Schwerpunkt nicht mehr unterstützt ist, der Kasten also sich neigt; die Bodenkipper mit Einrichtungen, um die Ladung nach unten hin fallen zu lassen.

Zeichnungen und Beschreibungen dieser und anderer Konstruktionen, namentlich auch der Wagen mit eisernem Untergestell und Kasten, finden sich in dem bereits erwähnten Kapitel XV des 2. Bandes des Handbuchs für spec. E.-T., dann in Henz's Erdbau und in den unter „Litteratur“ angeführten Schriften.[22])

Die Kosten der Erdtransportwagen fallen, wie das weiterer Auseinandersetzung nicht bedarf, sehr verschieden aus, je nach dem Material der Kasten und Gestelle (Holz oder Eisen) und nach deren Konstruktion, dann aber auch nach der Beschaffenheit der Achsen, Räder und Lager. Mit Recht legt man in neuerer Zeit der vollkommeneren Einrichtung des Laufwerks eine gröfsere Bedeutung bei als früher. Man scheut selbst vor Anwendung des Stahls zu den Achsen und der neuesten Verbesserungen an Rädern und Lagern nicht zurück, wenn dadurch die Anschaffungskosten auch wesentlich erhöht werden.

Auf die Dauer pflegen sich eben die vollkommensten Geräte als die billigsten herauszustellen. Umfang und Art der Arbeit sind dabei mit entscheidende Momente.

Vorzugsweise bei langen Transporten mit Lokomotiven ist ein regelmäfsiger Betrieb kaum aufrecht zu erhalten, wenn man nicht gegen die Störungen gesichert ist, zu denen die mangelhafte Konstruktion der Geräte so häufig Veranlassung gibt.

---

[21]) Eine ähnliche Konstruktion zeigt der „Luxemburger Kippwagen“, s. Zeitschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenwesen. Bd. XIV.

[22]) Über den beim Bau des Gotthardtunnels benutzten Seitenkipper von 1,0 bis 1,5 cbm Inhalt s. Zeitschr. d. hannov. Arch.- u. Ing.-Ver. 1878. Taf. 763.

Über einen doppelseitigen Kipper, Patent Kayser, mit 2 cbm Fassungsraum s. Organ f. d. Fortschr. des Eisenbahnwesens. 1879, S. 258.

Um einige Anhaltspunkte für die Preise von Erdtransportwagen zu bieten, mögen folgende Beispiele dienen:

württembergische Seitenkipper von 1,2 cbm Inhalt, bei der in § 19 beschriebenen Arbeit (1869) benutzt, haben 135 M. gekostet,

Seitenkipper der in den Holzschnitten Fig. 10 u. 11 dargestellten Konstruktion, von 1,33 cbm Inhalt 200 M., mit Bremse 225 M.,

Seitenkipper der Berg.-Märkischen Bahn von 1,86 cbm Inhalt (vergl. die in § 19 erwähnte Erdarbeit) aus Holz und ohne Bremse 300 M., mit guter Bremse versehen 390—420 M., mit eisernem Untergestell, Puddelstahlachsen und Bandagen 270—300 M. mehr.

Kippwagen der in Fig. 5 u. 6, Taf. XII, dargestellten Konstruktion kosten bei

0,5	cbm	Inhalt	etwa	150—180 M.
1,12	"	"	"	270 "
1,67	"	"	"	360 "
2	"	"	"	420 "
2,23	"	"	"	460 "

Schraubenbremsen dazu auf 4 Räder wirkend, nach der Gröfse der Wagen 90—135 M., auf 2 Räder wirkend 75—110 M.,

Seitenkipper nach Fig. 7—10, Taf. XII, von 2,5 cbm Fassungsraum etwa 600—650 M.,

Muldenkipper von 0,9 cbm Inhalt 180 M.,

Rollenkipper von 1,67 cbm Inhalt 480 M.,

Eiserne Universalkipper von 0,5 cbm Inhalt nach Fig. 3 u. 4, Taf. XII, 360 M.,

Bodenkipper von 3 cbm Inhalt 990 M.

Die bei Eisenbahnbauten zum Transport von Erdmassen benutzten Lokomotiven sind meist Tendermaschinen mit 4 gekuppelten Rädern von 20 Pferdekräften an bis 60 und mehr. Die kleinsten dieser Maschinen sind mit Minimalspurweiten von 0,60 m ausgeführt, in der Regel aber werden sie mit gröfseren Spurweiten gebaut. Eine, namentlich für die gröfseren Maschinen neuerdings oft angewandte Spur ist die von 0,90 m.[23])

Die Preise solcher Lokomotiven aus renommierten Fabriken sind zur Zeit etwa folgende:

10pferdige	M. 6 000	60pferdige	M. 14 000
20 "	" 7 500	80 "	" 16 000
35 "	" 9 000	100 "	" 18 000
45 "	" 11 000		

3. Die Konstruktion der Interimsgleise richtet sich, wie schon erwähnt, nach den Lasten, welche sie zu tragen haben.

Während kleine Erdtransportwagen mit einem Bruttogewichte von etwa 40 Ctr. die Schienen mit nur 10 Ctr. pro Rad belasten, äufsern Kippwagen der in Fig. 7 bis 10, Taf. XII dargestellten Konstruktionen bei einem Eigengewicht von 28 Ctr. und einem Bruttogewicht von pp. 100 Ctr. schon einen Druck von 25 Ctr. pro Rad, abgesehen von den Stöfsen.

Über die beim Transport mit kleinen Lokomotiven durch letztere entstehenden Belastungen gibt die Zusammenstellung (siehe Anmerk. 23) einige Anhaltspunkte.

---

[23]) Über die Dimensionen und Leistungen einiger Lokomotiven von Kraufs & Co. in München entnehmen wir einer darüber vorliegenden Broschüre (1881) folgende Angaben:

Bei Transportwagen und Lokomotiven der normalen Spur werden die Belastungen ähnlich denen der definitiven Bahnen.

Für leichte Erdtransportwagen, die von Menschen oder Pferden bewegt werden, verwendet man Schienen sehr verschiedenen Gewichts, von rot. 5 kg pro Meter anfangend bis 12 kg und mehr pro Meter, symmetrische und breitbasige.

Bei gröfseren Arbeitsbetrieben kann nur empfohlen werden, die Interimsgleise nicht zu leicht zu konstruieren, weil alle beim Transporte vorkommenden Störungen den nachteiligsten Einflufs auf die Innehaltung der getroffenen Disposition üben. Bei Lokomotivtransport namentlich mufs auf die solide Herstellung und gute Unterhaltung des Transportgleises die gröfste Sorgfalt verwendet werden.

In vielen Fällen bietet sich Gelegenheit, von den Betriebsverwaltungen definitiver Bahnen alte Schienen und Laschen leihweise oder käuflich zu erhalten, sodafs die die Baurechnung belastenden Kosten sich auf diejenigen für den Transport der Materialien, auf die Verzinsung des Wertes, resp. Miete und den Ersatz des durch die Benutzung entstehenden Materialienverlustes im wesentlichen beschränken.

An neuen Materialien sind dann nur Bolzen, Nägel und Schwellen zu beschaffen. Die Schwellen werden bei Arbeitslokomotivbahnen zweckmäfsig, wie bei definitiven Bahnen in Entfernungen von ungefähr 1 m angeordnet, für Bahnen mit Pferdetransport, den geringeren Lasten entsprechend, weiter. Die Länge der Interimsschwellen nimmt man etwa 0,6 m gröfser als die Spurweite, also bei 0,9 m Spur 1,5 m lang. Für diese und ähnliche Längen würden halbrunde Hölzer aus Stämmen von 18—20 cm Durchmesser genügen.

Um bei Transporten auf Interimsgleisen die Herstellungs- und Unterhaltungskosten für letztere möglichst einzuschränken, pflegt man meist die beladenen und leeren Wagen auf einem und demselben Gleise zu bewegen und nur an einzelnen Stellen Ausweiche-

---

Leistung in Pferdekräften (effektiv)	10	20	35	45	60	80	[illegible]
Cylinderdurchmesser in mm	115	140	160	180	210	225	[illegible]
Kolbenhub in mm	160	300	300	300	400	400	[illegible]
Raddurchmesser in mm	390	580	580	580	800	800	[illegible]
Dampfdruck in Atmosphären	12	12	12	12	12	12	12
Heizfläche (vom Wasser berührte) in qm	6,02	9,88	15,22	18,01	23,48	28,93	[illegible]
Rostfläche in qm	0,20	0,219	0,25	0,35	0,43	0,43	[illegible]
Achsenstand in mm	900	1100	1100	1100	1800	1800	1800
Gewicht der Maschine im Dienst (voll) kg	4600	5700	7400	8000	13000	14500	[illegible]
Effektive Zugkraft in kg	325	610	790	1000	1320	1520	[illegible]
Beförderte Bruttolast (exkl. Lokomotive) in Tonnen bei einer Steigung von							
1 : 20 = 50‰	2	6	7	9	12	14	22
1 : 40 = 25‰	7	15	20	26	33	38	[illegible]
1 : 60 = 16,6‰	11	23	30	40	50	58	[illegible]
1 : 80 = 12,5‰	15	30	40	50	66	76	[illegible]
1 : 100 = 10‰	18	37	48	60	80	90	[illegible]
1 : 200 = 5‰	30	58	75	90	125	140	[illegible]
1 : 500 = 2‰	45	85	110	140	180	200	[illegible]
1 : ∞ = 0‰	60	120	150	200	260	300	[illegible]
Dieser Leistung entsprechende Geschwindigkeit in km pro Stunde	10	10	12	12	12	15	15

Der Raum für Brennmaterial reicht bei Kohlenfeuerung für mehrere Stunden aus, derjenige für Wasser für mindestens 2 Stunden Betriebszeit. Unter gewöhnlichen Verhältnissen beträgt der Verbrauch an Brennmaterial pro effektiv ausgeübte Pferdekraft und Stunde 1,8 kg gute Steinkohlen und 15 Liter Wasser.

gleise anzulegen. Die Entfernung dieser Ausweichungen hängt ab von der Anzahl der täglich fahrenden Züge und deren Geschwindigkeit, bezw. von den Zeitintervallen zwischen den einzelnen Zügen.

Sollen beispielsweise in 10 Arbeitsstunden 30 Züge hin- und zurückgefördert werden, oder in einer Stunde in jeder Richtung 3, so würden die Ausweichungen in Entfernungen anzulegen sein, welche in $\frac{60}{2.3} = 10$ Minuten zurückzulegen sind, also bei Lokomotivtransport mit 30 Min. pro Meile Geschwindigkeit in Entfernungen von $^1/_3$ Meile.

Bei sehr regem Verkehr und geringer Geschwindigkeit der Züge können die Ausweichungen einander so nahe rücken, dafs die Anlage zweier Gleise zweckmäfsig wird.

Bei Transporten durch Pferde wird dieser Fall sehr bald eintreten, bei Lokomotivtransporten nicht leicht.

Die an den Ausweichungen und in der Nähe der Gewinnungs- und Abladeorte vorkommenden Weichen und Herzstücke werden bei Lokomotivbahnen mitunter ähnlich den bei definitiven Bahnen gebräuchlichen Konstruktionen hergestellt. Sehr oft aber begnügt man sich mit einfacherer Konstruktion, wendet insbesondere beim Transport durch Menschen und Pferde einfache Schleppweichen an und setzt an die Stelle der Herzstücke bewegliche Schienen, die bei jedem Gleiswechsel wie die Weichen verschoben werden müssen.

Eine solche Anlage zeigt Fig. 16, Taf. XIII. Die beiden Schienen $a\,c$ und $b\,c$ sind um a und b drehbar, bei c fest verbunden. Haben dieselben die in der Skizze angedeutete Lage, so wird durch die Schiene $b\,c$ die Kontinuität des Gleises $C\,B$ hergestellt, durch Verschieben der Schienenenden bei c in der Richtung des Pfeiles, die des Gleises $A\,B$ vermittels der Schiene $a\,c$.

Die Festlegung der Schienen in der einen oder anderen Lage geschieht durch ein Holzstück bei c. Die Weiche ist eine aus gewöhnlichen Schienen bestehende Schleppweiche, deren Bewegung und Feststellung mittels Hebels- und Weichenbocks (Fig. 17 u. 18, Taf. XIII) bewirkt wird.

Drehscheiben für Erdtransportwagen macht man sowohl aus Holz mit eisernen Zapfen, Rädern und zugehörigen Teilen, wie auch ganz aus Eisen.

Eine Drehscheibe der letzteren Art ist in Fig. 12 u. 13, Taf. XI, dargestellt. Ein zur Unterstützung des mittleren Zapfens und des Laufringes dienendes gufseisernes Rahmstück ist zwischen hölzernen Langschwellen befestigt. Die bewegliche Scheibe ist ebenfalls von Gufseisen und hängt an vier, 150 mm grofsen Laufrädern. Die Gleisschienen sind mit der Scheibe in einem Stück gegossen, reichen aber nicht ganz bis an den Umfang der Scheibe, um hier Platz zur Befestigung aufwärts gebogener und zum Hemmen der Wagen bestimmter gewalzter Schienenstücke zu behalten.

§ 11. Leistungen beim Schieb- und Kippkarrentransport.

1. Schiebkarrentransport. Die mittlere Geschwindigkeit, mit welcher ein Arbeiter eine Schiebkarre auf hölzerner horizontaler Bahn fortbewegt, auf dem Hinwege beladen, auf dem Rückwege leer, kann man (entsprechend einem täglichen Gesamtwege von 4 Meilen = 30 km) zu rund 3000 m pro Stunde annehmen (0,83 m pro Sekunde). Rechnet man den Zeitverlust, welcher beim Abstürzen und beim Wechseln an den Be- und Entladestellen entsteht, für jede Doppelfahrt zu 1 Minute, oder den dieser Zeitdauer entsprechenden Weg zu $\frac{1}{60} . 3000 = 50$ m, so beträgt bei einer Transportweite von t m, die Zeit einer Doppelfahrt $\frac{2t+50}{3000}$ Stunden, die Anzahl der Fahrten in 10 Stunden:

$$\frac{10 . 3000}{2t+50} = \frac{15000}{t+25}.$$

Wird ferner die Ladung einer Schiebkarre zu $^{1}/_{15}$ cbm gewachsenen Boden gerechnet, so ist die Transportleistung eines Karrenschiebers, einschl. Entleerens der Karre, während 10stündiger Arbeitszeit:

$$\frac{15000}{t+25} \cdot \frac{1}{15} = \frac{1000}{t+25} \text{ cbm}$$

auf t m Transportweite; beispielsweise bei 75 m Transportweite 10 cbm.

Bei Felsboden ist die Anzahl der Karrenladungen pro cbm gewachsener Masse gröfser zu nehmen, als oben geschehen und zwar bis zu 20%. Bei geschlossenem Felsen pflegt man 18 Ladungen zu rechnen, für welchen Fall die tägliche Leistung sich zu $\frac{833}{t+25}$ cbm ergeben würde.

Steigungen unter 4% sind beim Schiebkarrentransport ohne wesentlichen Einflufs auf die Leistung. Im übrigen ist der Einflufs der Steigungen einer Vermehrung der Transportweite um je 12 m pro Meter Steigung gleich zu setzen (vergl. § 13).

2. Handkippkarrentransport. Beim Fortbewegen der Kippkarren durch Menschen ist die mittlere Geschwindigkeit wie beim Schiebkarrentransport 3000 m pro Stunde. — Durch das Abstürzen, Wenden und Abfahren entsteht ein Zeitaufwand von etwa 6 Minuten bei jeder Doppelfahrt und entspricht derselbe einem Wege von $6 \cdot \frac{3000}{60} = 300$ m. Es ist daher die Zeitdauer einer Doppelfahrt: $\frac{2 \cdot t + 300}{3000}$ Stunden und die Anzahl der in 10 Arbeitsstunden möglichen Fahrten: $\frac{10 \cdot 3000}{2t+300} = \frac{15000}{t+150}$.

Rechnet man die Ladungsfähigkeit einer von 2 Arbeitern gezogenen Handkippkarre 5mal so grofs, als die einer Schiebkarre, sodafs also 1 cbm gewachsene Masse 3 Ladungen gibt, so bestimmt sich die Transportleistung eines Arbeiters, exkl. Entleerens der Karre, während 10stündiger Arbeitszeit zu:

$$\frac{15000}{t+150} \cdot {}^{1}/_{3} \cdot {}^{1}/_{2} = \frac{2500}{t+150} \text{ cbm}$$

auf t Meter Transportweite; beispielsweise bei 350 m Transportweite 5 cbm. Bei Fels- und ähnlichen Massen verringert sich wie oben die Leistung bis um 20%. Der Einflufs der Steigungen von mehr als 1% entspricht einer Vermehrung der Transportweite um 25 m pro Meter Steigung (vergl. § 13).

3. Pferdekarrentransport. Bei Transporten, wie sie hier in Frage stehen, wird die Kraft eines Pferdes gut ausgenutzt, wenn dasselbe täglich einen Weg von 4 Meilen = 30 km, halb mit beladenen, halb mit leeren Karren macht und dabei eine mittlere Geschwindigkeit von etwa 1,2 m pro Sekunde entwickelt. Bei dieser Geschwindigkeit wird der Weg von 30 km in 7 Stunden zurückgelegt, sodafs für die Zeit zwischen den einzelnen Zügen bei 10stündiger Arbeitszeit 10—7 = 3 Stunden disponibel bleiben.

Bezeichnet wieder t die Transportweite in Meter, so ist die Anzahl der täglichen Fahrten, welche ein Pferd machen kann (bei einem Nutzwege von $\frac{30000}{2} = 15000$ m): $\frac{15000}{t}$. Der Zeitaufwand, welcher durch das Leeren der Wagen, das An- und Abhängen, Wenden und Anfahren entsteht, kann für jede Doppelfahrt zu 8 Minuten gerechnet werden. Wird nicht mit Wechselwagen gefahren, sondern mufs das Pferd auch auf das Beladen der Karren warten, worauf durchschnittlich 6 Minuten kommen, so entsteht ein Zeitverlust von 8 + 6 = 14 Minuten.

Soll nun die ganze für den Transport verlorengehende Zeit die (disponible) Ruhezeit von 3 Stunden = 180 Minuten nicht überschreiten, so mufs die Transportweite so grofs sein, dafs der Gesamtnutzweg beim Fahren mit Wechselkarren in $\frac{180}{8} = 22$ bis 23 Touren, beim Fahren ohne Wechselkarren in $\frac{180}{14} = 13$ Touren zurückgelegt werden

kann, d. h. die Transportweite t mufs im ersten Falle (da $\frac{15000}{t}.8 = 180$) wenigstens 666 m, im zweiten Falle (da $\frac{15000}{t}.14 = 180$) wenigstens 1166 m betragen.[24])

Die tägliche Transportleistung eines Pferdes ergibt sich (bei 10stündiger Arbeitszeit), wenn man annimmt, dafs mit 2 bis 3 zusammengekuppelten Karren ein Pferd durchschnittlich 1 cbm gewachsenen Boden fortbewegt zu $\frac{15000}{t}.1 = \frac{15000}{t}$ cbm, vorausgesetzt, dafs die Transportweite grofs genug ist, um die Kraft des Pferdes ausnutzen zu können, d. h. wenn nicht mit Wechselkarren gefahren wird, nach obiger Rechnung wenigstens 1166 m.

Bei geringeren Entfernungen ist die Dauer einer Doppelfahrt + 14 Minuten Aufenthalt $= \frac{2t}{72} + 14$ Minuten $= \frac{2t + 14.72}{72.60}$ Stunden (bei 72 m Geschwindigkeit pro Minute) und die Anzahl der Fahrten in 10 Stunden $= \frac{10.72.60}{2t + 14.72} =$ rot. $\frac{43000}{2t. + 1000}$.

Für			
$t = 400$	ist also die Leistung etwa	24	Fahrten
$t = 600$	„ „ „ „ „	19—20	„
$t = 800$	„ „ „ „ „	16—17	„
$t = 1000$	„ „ „ „ „	14—15	„ .

§ 12. Leistungen beim Transport auf Interimsbahnen.

Der Bewegungswiderstand der Erdtransportwagen auf Interimsgleisen variiert, je nach Beschaffenheit der Achsen und Räder und nach dem Zustande der Bahn, in der Regel zwischen $\frac{1}{100}$ und $\frac{1}{150}$; bei sehr gut konstruierten Wagen und sorgfältigst erhaltenem Oberbau kann er sich bis $\frac{1}{200}$ und weiter vermindern.

1. Bei der Förderung durch Menschen auf Gleisen von leichten Grubenschienen ist beobachtet, dafs 2 Arbeiter auf die Dauer Transportwagen für $1^1/_3$ cbm lockere Masse entladen und fortbewegen, sodafs hieraus für den Transport allein, wenn statt der früher angenommenen Geschwindigkeit von 3000 m pro Stunde mit Rücksicht auf die schnellere Bewegung der leeren Wagen eine solche von 3600 m pro Stunde angenommen wird und wenn man auf 1 cbm gelockerte Masse 0,8 cbm gewachsenen Boden rechnet, eine Transportleistung von $^1/_2 . \frac{36000}{2t} . 1^1/_3 . 0{,}8$ gleich $\frac{9600}{t}$ cbm, auf t m Entfernung für jeden Arbeiter während 10stündiger wirklicher Arbeitszeit sich ergeben würde.

Zu einem ähnlichen Resultate gelangt man, wenn man nach Morin die tägliche Leistung eines Mannes, welcher schiebend oder ziehend horizontal geht zu 207 360 mkg, den Bewegungswiderstand zu $\frac{1}{120}$ und ferner annimmt, dafs das Gewicht des Transportwagens zwischen $^1/_4$ bis $^1/_3$, im Mittel 0,3 der Nutzlast beträgt, also die auf dem Hin- und Rückwege geförderte Bruttolast durchschnittlich das $\frac{1{,}3 + 0{,}3}{2} = 0{,}8$fache der Nutzlast ausmacht. Man erhält dann, das Gewicht eines Kubikmeters Boden zu 1500 kg gesetzt, für die Nutzleistung x, da $0{,}8 . x . 2t = \frac{207360 . 120}{1500}$, $x = \frac{10368}{t}$. Hieraus und aus dem ersteren Resultat ergibt sich ein mittleres von rund $\frac{10000}{t}$ cbm.

Zur Bestimmung der Anzahl der täglichen Fahrten kann man für das Entladen der Wagen, sowie für das An- und Abfahren etwa 8 Minuten rechnen.

---

[24]) Henz bemerkt, dafs dergleichen Transporte erfahrungsmäfsig nur zwischen 500 und 1600 m Länge und nur dann rationell sind, wenn die zu bewegende Masse nicht bedeutend genug ist, oder aus anderen etwa lokalen Verhältnissen nicht vorteilhaft genug erscheint, um einen Schienentransport mit allen dazu gehörigen Apparaten einzurichten. Zu dem Pferde ist noch der Führer zu rechnen und aufserdem sind für die Arbeiten an der Absturzstelle, welche bei dem Handkippkarren von den Karrenziehern verrichtet werden, auf jede 100 cbm Masse etwa 2 bis 3 Tagewerke anzunehmen.



2. **Förderung durch Pferde auf Interimsgleisen.** Beim Transport von Erdwagen der in Fig. 1 u. 2, Taf. XII dargestellten Konstruktion sind auf einem Interimsgleise von alten Schienen definitiver Bahnen bei einer gröfseren Erdarbeit folgende Leistungen beobachtet[25]):

Lage des Transportgleises		Ein Pferd zieht
für die beladenen Wagen	für die leeren Wagen	
1 : 300 steigend	1 : 300 fallend	2
horizontal	horizontal	3
1 : 300 fallend	nicht über 1 : 50 steigend	4
1 : 200 fallend	nicht über 1 : 70 steigend	5
1 : 100 fallend	nicht über 1 : 100 steigend	6

Die Wagen hatten einen Rauminhalt von 1 cbm, ein Eigengewicht von 700 kg, waren also im Verhältnis zur Nutzlast sehr schwer.

Aus vorstehender Tabelle ergibt sich die auf horizontaler Bahn fortbewegte Erdmasse zu 3 cbm und die tägliche Transportleistung eines Pferdes zu (bei 30 km Weg): $\frac{30000}{2t} . 3 = \frac{45000}{t}$ cbm auf t m Entfernung.

Bei Wagen, welche hinsichtlich des Verhältnisses des Eigengewichtes zur Nutzlast günstiger konstruiert sind, würde eine gröfsere Nutzleistung sich ergeben. Hätte das Wagengewicht statt etwa der Hälfte der Nutzlast nur 30% derselben betragen, so würde die Nutzleistung eines Pferdes im Verhältnis von $\frac{1 + 2 . 0,5}{1 + 2 . 0,3}$ gröfser geworden sein und auf $\frac{56250}{t}$ sich berechnet haben.

Henz gibt an, dafs auf guten Bahnen aus schweren Schienen ein Pferd in der Horizontale ganz bequem 3 Wagen à 1,5 cbm ziehe[26]), wonach also die Leistung sich auf $\frac{15000}{t} . 4,5 = \frac{67500}{t}$ steigern würde.

Nach obigen Angaben wird man nicht viel fehl greifen, wenn man die Nutzleistung eines Pferdes auf Interimsbahnen zu $\frac{60000}{t}$ cbm auf t m Transportweite annimmt. Behufs Ermittelung der täglich möglichen Fahrten hat man auf das Entleeren der Wagen und das Rangieren pro Zug etwa 10 Minuten Aufenthalt zu rechnen. Um die Kraft des Pferdes ausnutzen zu können, mufs die Transportweite wieder so grofs sein, dafs auf den Aufenthalt zwischen den einzelnen Zügen nicht mehr als die Gesamtzeit von

---

[25]) Siehe Aufsatz von Mohr in der Zeitschr. d. hannov. Arch.- u. Ing.-Ver. Jahrg. 1865, S. 168.

[26]) Henz führt an: Auf Steigungen bis

1 : 150 zieht 1 Pferd 2 Wagen à 1,5 cbm oder 5 leere Wagen
1 : 80 „ 1 „ 1 „ à 1,5 „ „ 3 „ „
1 : 40 „ 2 „ 1 „ à 2,25 „ „ 4 „ „

Bei Bahnen mit wechselndem Gefälle von 1 : 60 bis 1 : 125 gehen die beladenen Wagen ohne Zugkraft zu Thal und es bedarf nur der Anspannung zum Rücktransport der leeren Wagen. Der Effekt ist sonach hier pro Reise und Pferd 4,5 bis 6,0 cbm Boden.

Bei der Gebirgsstrecke Haan-Opladen der Berg.-Märkischen Bahn hat sich herausgestellt (siehe: 3. Supplementband des Organs f. d. F. d. E. S. 95), dafs auf die Dauer die Kräfte der Pferde genügend in Anspruch genommen waren, wenn, was gewöhnlich stattfand, zwei Pferde gemeinschaftlich 5—6 leere Wagen bei einem Gefälle von 1 : 160 bergaufwärts zu bewegen hatten. Bei horizontaler Lage der Fördergleise vermochten 2 gute Pferde nur 3 bis 4 beladene Wagen zu ziehen. Waren gar die Massen, wie es bisweilen geschehen mufste, gegen das Gefälle von 1 : 160 zu bewegen, dann reduzierte sich die Leistung zweier Pferde auf das Fortschaffen von nur zwei beladenen Wagen. Die Kapazität der Wagenkasten betrug bei vollständiger Füllung bis zur Oberkante der Seitenwände 60 cbf. Pr. = 1,86 cbm, aber mit Zuhülfenahme einer Anhäufung über das Streichmafs war man im stande, mittels 5 Wagen 2 Schtruten = 8,9 cbm feinen Sandboden und mit 6 Wagen 2 Schtruten leichten Lehm oder gewöhnlichen Hackboden abzuführen.

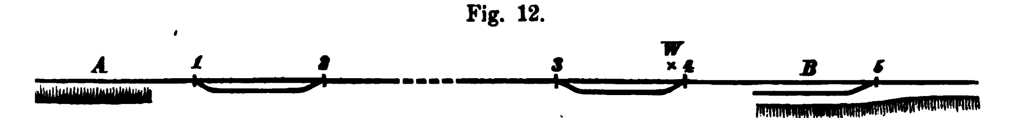
3 Stunden kommt, dafs also der ganze Nutzweg in höchstens $\frac{3.60}{10} = 18$ Fahrten täglich zu machen ist und demnach die Transportweite wenigstens $\frac{15000}{18} = 833$ m beträgt. Bei geringeren Weiten ergibt sich die Zahl der täglichen Fahrten, wenn die Geschwindigkeit pro Minute wieder zu 72 m angenommen wird, zu $\frac{10.72.60}{2t + 10.72} = \frac{43000}{2t + 720}$ und die Leistung zu $\frac{43000}{2t + 720} . 4$ cbm.

3. Lokomotivtransport auf Interimsgleisen. Beim Transport mit Lokomotiven verteilt sich die Arbeitszeit auf den eigentlichen Transport der Massen vom Gewinnungsorte nach dem Abladeorte, auf das Wassernehmen der Maschinen, auf das Rangieren und eventuell auf das Warten während des Ent- und Beladens der Transportwagen. Der letzt erwähnte Aufenthalt kann durch die Dispositionen eingeschränkt, resp. vermieden werden. Je gröfser die Transportweiten sind, desto weniger Zeit wird zwischen den einzelnen Zügen mit den unvermeidlichen Aufenthalten verloren gehen, desto günstiger mufs also die Effektivleistung ausfallen. Welche Leistungen bei gut geordnetem Betriebe zu erreichen sind, möge an einigen Beispielen gezeigt werden.

Beim Bau der Berliner Verbindungsbahn wurden im Frühjahr 1875 bedeutende Sandmassen von dem Einschnitte des Bahnhofs Grunewald nach dem Bahnhofsauftrage Friedenau durch den Unternehmer gefördert. Die Entfernung der Schwerpunkte der Auf- und Abtragsmassen betrug rund 4000 m, die Bahn liegt auf etwa 1200 m in Steigung von 1:300 mit Kurven von 800 m Radius, im übrigen horizontal. Die schmalspurigen Lokomotiven für 0,90 m Spurweite waren Tendermaschinen aus der Maschinenfabrik Darmstadt[27]) mit 2 gekuppelten Achsen, arbeiteten mit etwa 7 bis 8 Atmosphären Dampfdruck und fuhren mit einer Geschwindigkeit von 20 Minuten auf die Meile in der Horizontalen, in der Steigung von 1:300 mit 30 Minuten auf die Meile. Drei Maschinen hatten den regelmäfsigen Dienst zu leisten, eine vierte diente zur Reserve, zeitweise zum Nachschieben etc.

Der Oberbau bestand aus alten Schienen definitiver Bahnen mit Laschen und Querschwellen in etwa 1 m mittlerer Entfernung. Die Bahn war eingleisig mit zwei Ausweichen in der Nähe der Be- und Entladestellen.

Fig. 12.



Der Betrieb war nun folgender. Sobald ein Zug bei A (Fig. 12) auf dem Hauptgleise beladen war, fuhr ihn die zugehörige Maschine ohne Unterbrechung an den zwischen 1 und 2 sowie zwischen 3 und 4 haltenden leeren Wagenzügen vorbei über die Weiche 5 und setzte ihn zurück in das Entladegleis bei B. — Nachdem hier die Wagen (Seitenkipper) entladen, zog die Maschine die leeren Wagen in das tote Gleis über die Weiche 5 hinaus, schob sie zurück nach der Ausweichestelle 3 bis 4, nahm bei W Wasser, setzte

[27]) Bei den neuesten Maschinen betrug das Gewicht der leeren Maschinen 12 000 kg, der beladenen pp. 15 000 kg, der Inhalt des Wasserreservoirs 1,22 cbm, die Rostfläche 0,74 qm, die gesamte Heizfläche 31 qm, wovon 26,6 qm auf die Rohre kamen,

der Cylinderdurchmesser	0,27 m	die Länge der Maschine mit Buffern	5,80 m
„ Kolbenhub	0,35 m	„ gröfste Breite	1,97 m
„ Radstand	1,80 m	„ gröfste Höhe	3,45 m
„ Raddurchmesser	0,80 m		

Die Achsen waren von Stahl, die Räder hatten schmiedeiserne Sterne und Stahlbandagen. Die Kessel waren auf einen Dampfdruck von 10 Atmosphären konstruiert.

sich vor die leeren Wagen, fuhr dieselben bis in die Ausweichestelle 1 bis 2, setzte sich hier hinter die Wagen und schob sie in den Einschnitt, wo sie von neuem beladen wurden. Zeitweise half die Reservemaschine den vollen Zügen auf der zwischen den Weichen 2 und 3 liegenden Steigung durch Nachschieben, indem sie von ihrem Stande in der Nähe der Weiche 1 dem vollen Zuge nachfuhr.

Die 3 Züge bestanden aus je 35 Wagen à 2,5 cbm Fassungsraum, von denen 2 Bremswagen waren, welche ausgeschaufelt werden mufsten, während die übrigen Wagen nach der Seite kippten.

Zum Beladen der Wagen war eine Arbeiterkolonne von 105 Mann, 3 Mann pro Wagen, angestellt, zum Entladen eine Kolonne von 28 Mann.

Am Gewinnungsorte wurde gerechnet:

für das Aufladen	17 Minuten
„ „ Rangieren	8 „
	25 Minuten

am Abladeorte:

für das Abladen	7 Minuten
„ „ Rangieren	8 „
	15 Minuten.

Zum Wassernehmen und Umsetzen blieb also den Maschinen bei jedem Zuge $25 - 15 = 10$ Minuten Zeit. Alle 25 Minuten konnte hiernach ein Zug abgelassen werden. Die wirkliche Arbeitszeit für die Erdarbeiter war von 5 bis 7 Uhr mit Abzug von 2 Stunden für Frühstück, Mittag und Vesper — 12 Stunden.

Vor Beginn der Arbeitszeit und in den 3 Tagespausen konnte jedesmal ein Zug rangiert werden, sodafs die Lokomotiven für das Fahren der Züge und Rangieren eine Zeit von 12 Stunden und $4 . 8 = 32$ Minuten, im ganzen 752 Minuten hatten. Bei 25 Minuten Intervall zwischen den einzelnen Zügen würden also $\frac{752}{25} = 30$ Züge möglich gewesen sein. — In Wirklichkeit sind aber täglich 33 Züge gefahren (ausnahmsweise sogar 34 Züge) und da jeder Zug aus 35 Wagen bestand, deren Ladung 2,6 cbm gewachsenen Boden betragen sollte, so ergibt sich hier die sehr bedeutende tägliche Leistung von $33 . 35 . 2,6 = 3003$ cbm.

Nach Mitteilung des betreffenden Unternehmers sind in den Wintermonaten 18[illegible] an derselben Baustelle, fast ohne Unterbrechung durch ungünstiges Wetter, die Arbeiten fortgeführt, und zwar sind während der Zeit von morgens 6 Uhr (bei Beleuchtung) bis nachmittags 5 Uhr, unter Einschränkung der Tagespausen, täglich 22 bis 28 Züge gefördert.

Der Verbrauch von Steinkohlen war bei der sehr starken Anstrengung der Maschinen erheblich. Durchschnittlich sind mit 1 Ctr. (50 kg) beste Oberschlesische Stückkohlen (von Zabrce) etwa 20 cbm Sandboden gefördert, im Winter weniger, bei günstigerem Wetter mehr; in den strengsten Wintermonaten sogar nur 15 cbm. Mit 1 kg Kohlen ist daher eine Nutzleistung von $\frac{20 . 4000}{50} = 1600$ m cbm erreicht.

Bei der oben angegebenen Leistung von rot. 3000 cbm in 12 Arbeitstunden bei 4000 m Transportweite erhält man, wenn die nur zeitweise benutzte vierte Maschine zur Hälfte in Rechnung gestellt wird, eine auf 10 Stunden reduzierte Tagesleistung von

$$\frac{3000 . 4000}{3^1/_2} \cdot \frac{10}{12} = 2\,857\,000 \text{ m cbm.}$$

Diese Leistung würde noch wesentlich zu erhöhen gewesen sein, wenn die nach jedem Zuge während des Be- und Entladens der Wagen für den Lokomotivdienst ver-

lorene Zeit eingeschränkt wäre. Bei gröfseren Transportweiten tritt schon durch die Verminderung der Anzahl der täglich von einer Maschine gefahrenen Züge eine Abkürzung der Haltezeiten ein; eine weitere Abkürzung erreicht man durch Fahren mit Wechselzügen.

Über Leistungen bei gröfseren Transportweiten möge folgendes Beispiel angeführt werden:

Auf der Strecke zwischen Bremen und Sagehorn der Venlo-Hamburger Bahn hat eine Erdförderung mit Lokomotiven in gröfserem Mafsstabe bei einer Transportweite von reichlich 15 **km** stattgefunden. Neben dem Transportgleise mit 0,90 **m** Spurweite waren 5 Ausweichestellen vorhanden, zwei in der Nähe der Gewinnungs- und Abladeorte, 3 weitere dazwischen. Für den regelmäfsigen Transportdienst sind hier $5 + 1 = 6$ Maschinen eingestellt gewesen, zwei Maschinen für den Rangierdienst und zur Reserve, im ganzen 8, von denen 7 für den täglichen Dienst zu rechnen sind. Die durchschnittliche Förderung hat in der Zeit vom September bis April täglich 26 Züge à 32 Wagen à 2,5 **cbm** betragen, in den Sommermonaten täglich 28 bis 30 Züge. Rechnet man hiernach pro 10 Stunden 25 Züge à $32 . 2^1/_2 = 80$ **cbm**, so ergibt sich bei 15000 **m** Transportweite eine Leistung von 30 Millionen Meter Kubikmeter und für jede Lokomotive eine solche von

$$\frac{30000000}{7} = 4285000 \text{ m cbm},$$

also eine wesentlich höhere, als in dem ersten Beispiele.

Funk erwähnt in den „Mitteilungen über den Bau der Venlo-Hamburger Bahn“, S. 18, dafs zur Anschüttung des Bahnhofs Bremen aus den Sanddünen bei Hemelingen auf 0,8 bis 1,0 Meile Entfernung mittels 4 Lokomotiven wöchentlich 10000 bis 13000 **cbm** herbeigeschafft wurden. Bei im Mittel 11500 **cbm** auf 0,9 Meile Transportweite ergibt sich daraus eine tägliche Leistung pro Lokomotive von:

$$\frac{11500 . 0{,}9 . 7500}{4 . 6} = 3234000 \text{ m cbm}.$$

Bei den vorstehend beschriebenen Dispositionen mit nur einem durchgehenden Fahrgleise und mehreren Ausweichestellen zum regelmäfsigen Kreuzen der Züge mufs ein leerer Wagenzug dieselbe Zeit für den Weg zwischen den Ausweichestellen am Anfang und Ende der Fahrstrecke gebrauchen wie ein beladener, wenn er auch, um den vollen Zug nie warten zu lassen, zwischen den einzelnen Kreuzungsstellen schneller fährt als letzterer. Es mufs also auch die Zeitdauer, welche zwischen dem Abfahren eines Zuges aus der letzten Ausweichstelle nach dem Be- resp. Entladeorte und dem Beginn der Rückfahrt auf der Fahrstrecke liegt, an beiden Endstationen dieselbe sein. Ist an einer der Stellen die für die Rangier- und Abladearbeiten disponible Zeit zu grofs, so kann man die letzten Ausweichstellen so weit von den Endpunkten abrücken, dafs ein Teil der disponiblen Zeit zum Transport verwendet wird.

Bezeichnet a die Zeit zwischen den einzelnen Zügen in Minuten, so kann eine Lokomotive bei einer Transportweite von t Meter und bei v Meter Fahrgeschwindigkeit pro Minute alle $$2 . a + \frac{2 . t}{v} = 2\left(a + \frac{t}{v}\right) \text{ Minuten}$$
einen vollen Zug abfahren, also innerhalb 10 Arbeitsstunden = 600 Minuten:

$$\frac{600}{2\left(a + \frac{t}{v}\right)} = \frac{v . 300}{v a + t} \text{ Züge}$$

und werden mit jedem Zuge Z Kubikmeter Boden gefördert, so ist die Leistung einer Lokomotive in 10 Arbeitsstunden $\frac{v . 300}{v a + t} . Z$ Kubikmeter.

Nimmt man aufser den Maschinen für den eigentlichen Fahrdienst noch auf je 6 derselben eine für Rangieren, Nachhelfen der Züge etc. für erforderlich an, so ergibt sich die Durchschnittsleistung pro Maschine zu

$$\frac{6}{7} \cdot \frac{v \,.\, 300}{v \,.\, a + t} \,.\, Z = \frac{257 \,.\, v}{v \,.\, a + t} \,.\, Z.$$

Beispielsweise erhält man für $v = 360$ m, $a = 25$ Minuten, $t = 4000$ m, $Z =$ (32 Wagen à $2^1/_2$ cbm) $= 80$ cbm; die Leistung zu

$$\frac{257 \,.\, 360}{360 \,.\, 25 + 4000} \,.\, 80 = 569 \text{ cbm}.$$

Die Zahl der verwendbaren Lokomotiven findet man aus dem Verhältnisse der Zeit $2\left(a + \frac{t}{v}\right)$, welche eine Maschine zu einer vollen Tour gebraucht und dem Intervall a, nach welchem stets ein Zug abgelassen werden kann, zu

$$\frac{2\left(a + \frac{t}{v}\right)}{a} = 2 + \frac{2t}{v \,.\, a};$$

hierzu ist dann bei gröfseren Arbeiten noch die Reserve zu rechnen. Die überhaupt mögliche Gesamtleistung an einer Arbeitsstelle hängt, abgesehen von der erforderlichen Zugkraft, von der mit jedem Zuge beförderten Masse Z und der Anzahl der möglichen Fahrten ab, beträgt also innerhalb 10 Stunden = 600 Minuten: $\frac{600}{a} \,.\, Z.$[28])

Bei geringeren Transportweiten mehrt sich die Anzahl der Fahrten jeder Maschine und geht eine verhältnismäfsig geraume Zeit mit dem Rangieren nach jeder Fahrt verloren. Um dabei die Maschine möglichst auszunutzen empfiehlt es sich, durch Einrichtung von Wechselzügen die Pausen zwischen den einzelnen Zügen zu verkürzen.

Eine der in solchen Fällen sich ergebende einfache Disposition für 1 Maschine und zwei Wagenzüge ist folgende:

Der eine Zug werde am Gewinnungsorte bei A beladen, der andere befinde sich am Abladeorte B oder auf dem Wege dahin (s. Fig. 13).

Die Lokomotive schiebt die vollen Wagen und zieht die leeren zurück. Ist nun der Zug bei B entladen, so fährt die Maschine ihn in die Ausweichestelle 1 bis 2 neben dem Gewinnungsorte, holt den beladenen Zug von A nach dem Hauptgleise zwischen 1 bis 2, setzt sich, durch die Weiche 1 fahrend, hinter den leeren Zug, schiebt ihn nach A und fährt dann zurück, um den vollen Zug nach B zu schieben.

Will man das Schieben der beladenen Wagen auf der Fahrstrecke vermeiden, so kann man, wie folgt, disponieren (s. Fig. 14).

---

[28]) Wollte man beispielsweise in 10 Stunden 2000 cbm auf 12000 m Transportweite fördern und Maschinen verwenden, welche mit 360 m Geschwindigkeit pro Minute bei den vorkommenden Steigungen nur 60 cbm Boden pro Zug fortschaffen können, so würde man Folgendes erhalten: aus $\frac{600}{a} \,.\, 60 = 2000$, $a = 18$ Minuten. Um alle 18 Minuten einen Zug ablassen zu können genügt eine Ladestelle nicht, es müfsten also Wechselzüge eingerichtet werden.

Für das Entladen an einer Stelle und die damit verbundenen Arbeiten reicht nach den erwähnten Beispielen die Zeit aus.

Die Zahl der für den regelmäfsigen Betrieb erforderlichen Lokomotiven bestimmt sich aus: $2 + \frac{2t}{a \,.\, v} = 2 + \frac{24000}{18 \,.\, 360} = 5{,}7$ zu 6 Stück; dazu eine Extramaschine für Rangieren etc., im ganzen 7 Stück. Für 6 Fahrmaschinen ist der Betrieb am einfachsten mit $6 - 1 = 5$ Ausweichstellen einzurichten. Dabei würde die Entfernung zwischen denselben zu $\frac{12000}{4} = 3000$ m sich ergeben und da diese Distanz in $\frac{3000}{360} = 8{,}33$ Minuten, die Doppelte in 16,67 Minuten zurückzulegen ist, 18 Minuten aber hierfür disponibel sind, so würde auch mit Rücksicht auf die Fahrzeit die Annahme von 5 Ausweichungen passen.

Die Transportleistung der Maschine berechnete sich in diesem Falle für jede Maschine durchschnittlich zu $\frac{2000 \,.\, 12000}{7} = 3\,428\,000$ m cbm in 10 Arbeitsstunden.

Zwei Ladestellen liegen bei A_1 und A_2, zwischen denen die Arbeiterkolonnen wechseln. Ein Zug befinde sich bei A_1, um beladen zu werden, der zweite mit der Maschine am Abladeorte bei B. Nachdem die Wagen entladen, fährt sie die Maschine zurück, kurz vor der Weiche 1 wird während der Fahrt die Maschine vom Zuge gelöst und fährt durch die Weiche 1 in das Ladegleis bei A_1, während die leeren Wagen durch 1 und 2 nach dem Ladegleise bei A_2 weiter laufen. Die Maschine zieht dann die bei A_1 beladenen Wagen bis nach der Ausweichstelle 3 bis 4, setzt sich hier hinter die Wagen und schiebt sie nach dem Abladeorte bei B u. s. f.

Fig. 13.

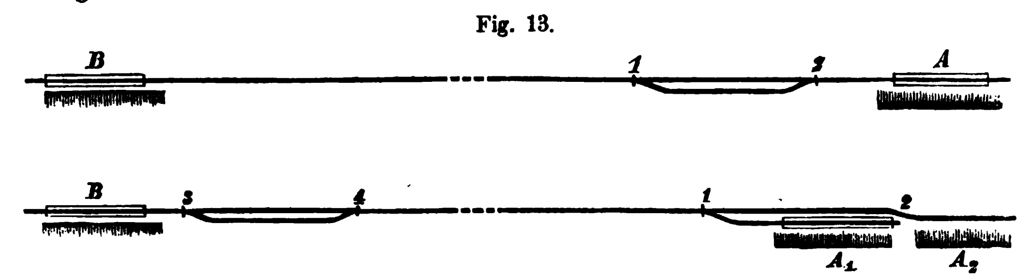


Fig. 14.

Soll mit 2 Lokomotiven und 3 Wagenzügen gearbeitet werden, so würde dazu diese Anordnung auch noch genügen, indem zwischen 3 und 4 die Züge kreuzen können. Bei gröfseren Entfernungen würde man zwischen 4 und 1 noch eine Ausweichstelle so legen, dafs von hier aus die Maschine in derselben Zeit den Hin- und Rückweg nach B einschliefslich des Aufenthaltes bei B zurücklegen könnte, wie den nach A u. s. w.

Für das Rangieren am Gewinnungsorte kann man in ersterem Falle etwa 10 Minuten rechnen, für den Aufenthalt am Abladeorte ebenfalls 10 Minuten und setzt man bei einer Transportweite von beispielsweise 1000 m für die Zeit der Hin- und Rückfahrt und für Wassernehmen auch noch 10 Minuten, so würde alle halbe Stunde ein Zug ausfahren können. Die Transportleistung der Maschine ergäbe sich dann, wenn die Zugladung 80 cbm beträgt, zu $20 . 80 . 1000 = 1600000$ m cbm.

Wird die Transportweite noch geringer als 1000 m, so vermindert sich die Fahrzeit, die bei diesen kurzen Entfernungen überhaupt nur sehr gering ist, im Vergleich zu der auf die Pausen zwischen den einzelnen Zügen fallenden Zeit, ganz unerheblich, sodafs bei den kleinsten Entfernungen auf eine gröfsere Anzahl von Zügen als pro Maschine 20 bis 25 in 10 Stunden nicht wohl gerechnet werden kann.[29])

---

[29]) Über die beim Bau der Venlo-Hamburger Bahn vorgekommenen Erdtransporte mittels Lokomotiven finden sich in den „Mitteilungen etc. von Funk" folgende interessante Angaben:

Die bei den Erdarbeiten der Bahn zur Verwendung gekommenen Lokomotiven haben, obgleich sie sehr verschiedenen Unternehmern angehören, eine übereinstimmende Spurweite von 90 cm, sind vierrädrige Tendermaschinen von 180 bis 250 Centner Gewicht und wurden meistens in der Maschinenfabrik und Eisengiefserei Darmstadt erbaut. Dieselben haben sich bei diesen Arbeiten durchaus bewährt und war eine direkte Vergleichung der Arbeiten mittels solcher Lokomotiven der normalen Spurweite bei einem grofsen Einschnitte der Verbindungsbahn Wanne-Haltern sehr interessant, wo die eine Hälfte des Einschnittes nach Norden mit kleinen schmalspurigen Tenderlokomotiven und die andere Hälfte nach Süden mit grofsen normalspurigen Lokomotiven ausgeführt wurde. Der Vergleich fiel durchaus zu gunsten der schmalspurigen Lokomotiven aus, was seine Begründung vorzugsweise in der gröfseren Sicherheit beim Befahren der neu gelegten Bangleise, in der Möglichkeit des Befahrens der Kurven von kleinen Radien, in der Leichtigkeit der Handhabung der für die kleinere Spur zum Seitenkippen eingerichteten Wagen von etwa 2,5 cbm Inhalt, in der geringen Schwierigkeit des Transportes der Lokomotiven von einer Baustelle zur anderen, sowie in der verhältnismäfsig grofsen Leistungsfähigkeit der durch ihr ganzes Gewicht wirksamen Tenderlokomotiven mit vier gekuppelten kleinen Rädern findet.

§ 13. Einflufs der Steigungen.

Über den Einflufs, welchen Steigungen auf den Transport der Bodenmassen äufsern und wie derselbe zu berechnen ist, lassen wir zunächst die Angaben einiger Autoren hier folgen.

In dem Bedingungshefte von Etzel und den Bestimmungen mehrerer österreichischen und ungarischen Bahnen heifst es, dafs wenn die zu bewegenden Massen neben der horizontalen Fortbewegung zugleich gehoben werden müssen, der horizontalen Transportweite für jeden Meter Hebung 20 m zugeschlagen werden sollen (ganz unabhängig von der Art des Transports), dafs dieser Zuschlag für die Hebung jedoch nur in dem Falle stattfindet, wenn der horizontale Abstand der Schwerpunkte von Aushebung und Anschüttung wenigstens 15 m und wenn der vertikale Abstand derselben mehr als 5 % ($^1/_{20}$) des horizontalen Abstands beträgt.

Plefsner nimmt an, dafs Steigungen, welche geringer als $^1/_{30}$ und Gefälle, welche unter $^1/_{16}$ sind, füglich als die Arbeit nicht wesentlich erschwerend aufser Berücksichtigung bleiben können; dafs dagegen, wenn die Steigung mehr als $^1/_{30}$ oder die Höhe des Gefälles mehr als $^1/_{16}$ der Länge beträgt, man auskömmlich rechnet, wenn man für jedes Meter Steigung und Fall der betreffenden Transportweite 12 m zusetzt und für die so vergröfserte Transportweite den Preis nach der Transporttabelle bestimmt.

Nach Henz sind bei Steigungen pro Meter Höhe 30 m Länge der Transportweite zuzusetzen.

Die Ausführung der Erdarbeiten mittels der Lokomotiven war durchgängig in der Weise geordnet, dafs bei der Anschüttung von Dämmen aus den Einschnitten zunächst mittels Handbetrieb eine kurze Bahnstrecke hergestellt, dann ein schmaler Einschnitt mit einer Steigung von 1 : 20 bis 1 : 40 eingeschlitzt und ein kurzer schmaler Damm mit einem gleichen Gefälle 1 : 20 bis 1 : 40 ausgeschüttet und darauf das Gleis für den Lokomotivtransport in Betrieb gesetzt wurde. Die Steigung resp. das Gefälle werden dann allmählich auf das Verhältnis 1 : 50 bis 1 : 60 ermäfsigt und rückt der Einschnitt wie der Damm mit diesem Steigungsverhältnisse allmählich parallel vor, wobei das Gleis auf terrassenartig hergestellten, 3 bis 5 Fufs hohen Absätzen in den Einschnitten nach und nach tiefer, auf den Dämmen nach und nach höher gelegt wird, bis die richtige Tiefe resp. Höhe der Einschnitte und Dämme erreicht ist. Dabei werden an den geeigneten Stellen an den Enden Ausweichgleise hergestellt, auf welchen die Lokomotiven ihre Stellung zu jedem Zuge so wechseln, dafs sie die Wagen sowohl auf die Ladestellen im Einschnitte, wie auf die Abladestellen auf dem Damme schieben, während sie die Züge auf dem Transportwege selbst ziehen. Ähnliche Ausweichestellen werden selbstverständlich nach Bedürfnis auch in der Mitte des Transportweges angelegt, wenn die Erdförderung mit mehreren Lokomotiven betrieben wird und also eine Kreuzung der Züge stattfinden mufs.

Die Leistungsfähigkeit der auf diese Weise organisierten Transportbetriebe mittels Lokomotiven war eine sehr bedeutende. Es wurden aus verschiedenen Einschnitten der Bahnstrecke Bremen-Hamburg auf eingleisiger Interimsbahn mit den nötigen Ausweichstellen wöchentlich 5000 bis 10 000 cbm befördert und ist das Transportquantum zur Anschüttung des Bahnhofs Bremen, welche aus den Sanddünnen bei Hemelingen auf 0,8 bis 1,0 Meile Entfernung mittels 4 Lokomotiven herbeigeschafft wird, wöchentlich 10 000 bis 13 000 cbm. Dieses Auftragsmaterial kostet bei einer Transportweite von 6000 m oder 0,8 Meilen einschliefslich aller Nebenkosten, Herstellung der Interimsbahn, der Interimsbrücken über die Staatsbahn und mehrere Strafsen, für Gewinnen, den Transport, Abladen, Einebenen und für Geräte pro cbm = 1 M. 11 Pf., bleibt also auf dieser günstigen Baustelle, wo grofse Massen (600 000 cbm) auf eine erhebliche Entfernung zu transportieren sind, namhaft unter den Preisen der Tabelle in Note 36, § 17, da nach derselben sich der Preis pro cbm berechnen würde:

1. für Gewinnen und Laden des Bodens	— M.	15	Pf.
2. für den Transport auf 6000 m Entfernung . .	1 „	12½	„
3. für Geräte, Interimsbahnen etc. 10 %	— „	12½	„
Summa . .	1 M.	40	Pf.,

während, wie oben bemerkt, die Ausführung dieser Arbeit nach dem darüber abgeschlossenen Kontrakte im ganzen nur 1 M. 11 Pf. pro cbm kostet.



Nach **Funk** sind jedem Meter Steigung, auf welches die mit Handkarren, Handwagen oder auf Interimsbahnen zu bewegenden Massen gefördert werden müssen, den Transportweiten für die Schwerpunkte 25 bis 30 m zuzusetzen.

Buresch will die Steigung bei Handkarren überall nur da zur Anrechnung gebracht haben, wo durch die vorhandene Höhendifferenz, bei der Annahme von $^1/_{25}$ Steigung, eine Verlängerung der Karrbahn stattfinden mufs, um die zwischen Gewinnungs- und Abladeort vorhandene Höhendifferenz zu überwinden. In solchen Fällen beträgt die Zulage pro Meter Steigung pro Kubikmeter Boden 2 Pf., entsprechend einer Vermehrung der Transportweite nach der Transporttabelle von etwa 16 m. Bei Transporten auf Schienenbahnen werden Steigungen und Gefälle von mehr als 1:300 berücksichtigt und es verdoppeln resp. halbieren sich die für horizontale Bahnen geltenden Transportpreise bei Steigungen resp. Gefällen von 1:100, für dazwischenliegende Steigungen nach Verhältnis. Es entspricht das einer Vermehrung der Transportweite pro Meter Steigung um 100 m und einer Verminderung pro Meter Gefälle um 50 m.

Winkler entwickelt in dem VI. Kapitel seiner Vorträge über Eisenbahnbau unter „Theorie des Transports durch animalische Kräfte" folgende Formeln für den Transport auf geneigter Bahn, in welchen s das Neigungsverhältnis — bei Steigungen positiv, bei Gefällen negativ, — l_0 = die für den Transport auf den Rampen anzunehmende (reduzierte) Transportweite, l = die horizontale Transportweite, f den Reibungskoeffizienten bezeichnen:

für Schiebkarrentransport: $\frac{l_0}{l} = 1 + 10.s + 470\,s^2, \quad f = 0{,}08;$

für Handkippkarrentransport:

$$\frac{l_0}{l} = 1 + 20.s + 350.s^2 = 1 + 0{,}80.\frac{s}{f} + 0{,}558\left(\frac{s}{f}\right)^2, \quad f = 0{,}04;$$

für Pferdekarrentransport:

$$\frac{l_0}{l} = 1 + 25.s + 520.s^2 = 1 + 0{,}75.\frac{s}{f} + 0{,}468\left(\frac{s}{f}\right)^2, \quad f = 0{,}03;$$

für Pferdekarrentransport auf Interimsbahnen:

$$\frac{l_0}{l} = 1 + 93.s + 6900.s^2 = 1 + 0{,}65.\frac{s}{f} + 0{,}338\left(\frac{s}{f}\right)^2, \quad f = 0{,}007.$$

Das günstigste Gefälle berechnet **Winkler** bei den genannten 4 Transportarten zu bezw. 0,011; 0,029; 0,024; 0,007.[30])

Ohne Zweifel hat die Bestimmung des Einflusses der Steigungen nach den Steigungsverhältnissen auch für die Praxis des Erdbaues in manchen Fällen, namentlich bei Förderung sehr bedeutender Massen, einen nicht zu unterschätzenden Wert. Für die häufiger vorkommenden Fälle ist es indessen erwünscht, in einfacherer Weise die Steigungen in Rechnung zu stellen und da empfiehlt sich das bisher in der Praxis befolgte Verfahren, die zu überwindende Höhe, ohne Rücksicht auf das Steigungsverhältnis, einer bestimmten Länge horizontaler Steigung gleichzusetzen. Ein solches Verfahren ist umsomehr zulässig, als mit seltenen Ausnahmen ein für die betreffende Transportart bei direkter Verbindung der Auf- und Abtragsstellen sich ergebendes zu ungünstiges Steigungsverhältnis durch Verlängerung des Weges auf das für den normalen Betrieb zulässige sich vermindern lassen wird.

Um nun im obigen Sinne den Einflufs der Steigungen auf die Arbeitsleistung zu bestimmen, soll hier die für diesen Zweck zulässige Annahme gemacht werden, dafs die Last zunächst über eine Steigung von $\frac{1}{x}$ auf die erforderliche Höhe gebracht und darauf

---

[30]) Vergl. auch die unter „Litteratur" aufgeführten Arbeiten von **Lang, Göring, Launhardt, Schmoll v. Eisenwerth.**



horizontal weiter transportiert werde. Wählt man dann das Steigungsverhältnis $\frac{1}{x}$ für die verschiedenen Transportarten so, dafs unter Berücksichtigung der Hin- und Rückfahrt die Förderung auf der Rampe einen doppelt so grofsen Arbeitsaufwand verursacht, wie die Förderung auf entsprechender horizontaler Basis, so wird ein Meter Steigung in seiner Wirkung einer horizontalen Transportlänge von x Meter gleich zu setzen sein.

Ist die horizontale Entfernung zwischen den Endpunkten der Transportbahn geringer als das x-fache des vertikalen Abstandes, so bleibt mit Rücksicht auf die erforderlichen Umwege doch das x-fache dieses Umweges als horizontale Entfernung und dann noch ebensoviel für die Steigung in Rechnung zu stellen, im ganzen also wenigstens 2 x Meter.

Was nun den Wert von $\frac{1}{x}$ für die verschiedenen Transportarten betrifft, so mufs derselbe um so kleiner ausfallen, d. h. die Rampe mufs um so flacher angenommen werden, je kleiner der Widerstandskoeffizient für den betreffenden Transport ist.

In § 11 und 12 ist aus Erfahrungssätzen ermittelt, dafs die täglichen Nutzleistungen eines Mannes beim Schiebkarrentransport, beim Handkippkarrentransport und beim Transport von Wagen auf Interimsgleisen in der Horizontalen sich verhalten wie 1000:2500:10000 oder wie 1:2$^1/_2$:10, wenn der Widerstandskoeffizient für letztere Transportart zu 1:120 angenommen wurde. Hieraus ergibt sich der Widerstandskoeffizient für den Handkippkarrentransport zu $^1/_{30}$ und für den Schiebkarrentransport zu $^1/_{12}$, ein Resultat, welches mit dem aus anderen Erfahrungssätzen abzuleitenden eine annähernde Übereinstimmung zeigt.[81])

Auf einer dem Widerstandskoeffizienten entsprechenden Rampe wird beim Transport aufwärts die aufzuwendende Zugkraft doppelt so grofs, wie die auf horizontaler Bahn, beim Transport abwärts kommt das relative Gewicht der leeren Transportgefäfse der Bewegung zu statten.

Soll nun das Mittel aus dem Arbeitsaufwande für die Hin- und Herbewegung auf der Rampe das doppelte desjenigen auf horizontaler Bahn erreichen, so wird deren Neigungsverhältnis gröfser sein müssen, als der Widerstandskoeffizient. Setzt man das Gewicht des leeren Transportgefäfses, früheren Annahmen gemäfs, dem 0,3fachen der Nutzladung gleich, so findet man durch einfache Rechnungsoperationen, dafs infolge des Einflusses des relativen Gewichts des leeren Transportgefäfses beim Rücktransporte das Neigungsverhältnis der Bahn auf annähernd das 1$^1/_2$fache des Widerstandskoeffizienten gebracht werden müfste, um für Hin- und Rücktransport die Leistung zu verdoppeln.

Jenes Verhältnis $\frac{1}{x}$ würde danach für die genannten 3 Transportarten $^1/_8$, $^1/_{20}$, · sein. Diese Werte bedürfen aber einer Korrektion, weil zunächst beim Schiebkarrentransporte ein Teil der Last vom Arbeiter direkt getragen werden mufs und hierdurch wie durch manche andere Umstände der Vorteil des Gefälles für den Transport des leeren Gefäfses fast verschwindet.

Beim Handkippkarrentransport wird man den Nutzeinflufs des Gefälles etwa zur Hälfte zur Anrechnung bringen dürfen. Beim Transport auf Interimsgleisen macht es sich im vollen Mafse geltend.

Hiernach nehmen wir die Werte für $\frac{1}{x}$ zu $^1/_{12}$, $^1/_{25}$ und $^1/_{80}$ an und setzen hinsichtlich des durch Steigungen verursachten Arbeitsaufwandes 1 m Höhe einer Verlängerung

---

[81]) Winkler gibt für Schiebkarrentransporte 0,08, für Handkippkarren 0,04, für Pferdekippkarren 0,0



des horizontalen Weges beim Schiebkarrentransport um 12 m, beim Handkippkarrentransport um 25 m, beim Transport auf Interimsgleisen durch Arbeiter um 80 m gleich.

Nach den Transporttabellen A, B und C (siehe § 16) entsprechen diesen Mehrlängen Preise von bezw. $2^1/_2$, 2 und 1,6 Pf. pro Kubikmeter.

Beim Transport auf Gleisen durch Pferde und Lokomotiven werden die Kosten der Zugkraft bei gleichen Weiten wesentlich geringer, als beim Transport durch Arbeiter. Die sorgfältiger und solider herzustellende Bahn verursacht einen geringeren Widerstand und demgemäfs wird der Einflufs der Steigungen relativ gröfser, d. h. jedes Meter Steigung ist hier einer gröfseren Transportlänge gleichzusetzen. Letztere wird man je nach dem Zustande der Bahn und der Wagen bis 250 m annehmen können. Dieser Länge entspricht nach Tabelle D (§ 16) für Lokomotivtransport ein Preis von $^1/_2$ Pf., wenn man den Einflufs der Steigungen auf die Kosten für Bahn und Geräte unberücksichtigt läfst. Für den Transport durch Pferde kann man pro Meter Steigung etwa 1 Pf. rechnen.

Die hier ermittelten Resultate sind in folgender Tabelle nochmals zusammengestellt:

Art des Transportes.	Ein Meter Steigung ist gleich zu achten einer Verlängerung der horizontalen Transportweite um	Pro Meter Steigung und cbm Bodenmasse sind nach den in § 15 angenommenen Preissätzen zu vergüten.	Bemerkungen.
Schiebkarrentransport	12 m	$2^1/_2$ Pf.	Beträgt die horizontale Entfernung zwischen den Endpunkten der Transportbahn weniger als das x fache (x bezw. = 12, 25, 50 u. s. w.) des vertikalen Abstandes, so ist dieselbe bei Berechnung der Transportleistung doch mit diesem x fachen Betrage anzusetzen.
Handkippkarrentransport	25 „	2 „	
Pferdekarrentransport	50 „	$1^1/_2$ „	
Rollwagentransport auf Interimsgleisen			
durch Arbeiter	80 „	$1^1/_2$ „	
durch Pferde	120 „	1 „	
durch Lokomotiven	250 „	$^1/_2$ „	

Obigen Erwägungen entspricht es, die angegebenen Zulagen für alle Steigungen in Rechnung zu stellen. Um indessen kleinliche Berechnungen zu vermeiden, empfiehlt es sich beim Abschlufs der Verträge zu bedingen, dafs bei geringen Hebungen, etwa bis 1 m, oder bei schwachen Steigungen, etwa bis 4 % beim Schiebkarrentransport, bis 1 % beim Handkarrentransport, die Steigungen unberücksichtigt bleiben.

Als Mafs der Hebung hat der mit den beladenen Transportgefäfsen zu überwindende Höhenunterschied zwischen den Endpunkten der Transportbahn zu gelten. Der Vertikalabstand der Schwerpunkte des Auf- und Abtrages gibt fast immer ein zu kleines Mafs. Zur genauen Ermittelung ist daher auf die Art des Arbeitsbetriebes Rücksicht zu nehmen.

Sind die Bodenmassen mit Gefälle zu transportieren, so ist es nicht allgemein üblich, hierfür Abzüge von den Preisen für horizontale Förderung zu machen. Ausnahmsweise hat man es wohl bei Transporten auf Interimsgleisen gethan und die Abzüge halb so hoch berechnet, wie für Transporte mit Steigungen die Zulagen sein würden. Wird aber das Gefälle so stark, dafs der Rücktransport der leeren Transportgefäfse und das Bremsen der vollen mehr Arbeit erfordert, als die Hin- und Herbewegung auf horizontaler Bahn, so rechtfertigt es sich, Zulagen für das Gefälle zu berechnen. Da indessen dieser Fall in der Praxis keine Rolle spielt, so gehen wir hier nicht näher darauf ein.

§ 14. Bedarf an Transportgeräten.

1. Schiebkarrentransport. Bezeichnet man mit:

M = die täglich in 10 Arbeitsstunden zu fördernde Masse,
t = die Transportweite,
i = den Inhalt des Transportgefäfses in cbm gewachsenen Bodens,
k = die Bodenmasse in cbm, welche ein Arbeiter täglich laden kann,

so beträgt die Anzahl der täglich zu fördernden Karrenladungen $\frac{M}{i}$, die Anzahl der Ladungen, welche ein Mann in 10 Stunden leisten kann $\frac{k}{i}$ und die zu einer Ladung erforderliche Zeit $\frac{10}{k} \cdot i$ Stunden. — Die Zeit einer Doppelfahrt inkl. Entladen ist früher (siehe § 10) bestimmt zu $\frac{2t+50}{3000}$ Stunden.

Durch Addition der letzteren beiden Ausdrücke erhält man für jede Doppelfahrt, die auf das Beladen, Entleeren und auf die Fahrt kommende Zeit zu $10 \cdot \frac{i}{k} + \frac{2t+50}{3000}$ und um in 10 Stunden $\frac{M}{i}$ Karrenladungen fördern zu können, sind demnach erforderlich:

$$\frac{M}{i} \cdot \left\{ \frac{10 \cdot \frac{i}{k} + \frac{2t+50}{3000}}{10} \right\} = M \left(\frac{1}{k} + \frac{2 \cdot t + 50}{30000 \cdot i} \right)$$

Stück Schiebkarren. Dazu sind etwa 5% für Reserve zu rechnen.

Ist beispielsweise $M = 1000$ cbm, $t = 80$ m, $i = {}^1/_{15}$, $k = 15$, so werden erforderlich

$$1000 \left(\frac{1}{15} + \frac{2 \cdot 80 + 50}{30000 \cdot {}^1/_{15}} \right) = 172 \text{ Stück},$$

dazu 5% Reserve mit 8 Stück; zusammen 180 Stück.

Die Länge der erforderlichen Karrfahrten richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen. Um einen Anhalt zu gewinnen genügt es, die Länge der einzelnen Karrfahrten dem $1^1/_2$fachen der mittleren Transportweite gleichzusetzen. Jeder Schiebkarrenschacht erhält in der Regel seine eigene Fahrt. Auf jeden Schacht kann man 40 bis 50 Karren rechnen.

In dem letzterwähnten Beispiele würde man 4 Schächte bilden und wenn jeder eine Karrfahrt von $1^1/_2 \cdot t = 120$ m erhielte, so stellte sich der Gesamtbedarf an Karrfahrten zu $4 \cdot 120$ m = 480 m.

2. Handkippkarrentransport. Unter Beibehaltung derselben Bezeichnungen wie oben, erhält man die Zeit zum Beladen einer Kippkarre durch 2 Mann durch den Ausdruck[32]) $\frac{10 \cdot i}{2 \cdot k}$ Stunden. Die Zeitdauer einer Doppelfahrt mit Handkippkarren einschliefslich Entladens ist früher gefunden zu (siehe § 11) $\frac{2t+300}{3000}$ Stunden. Die Anzahl der erforderlichen Kippwagen bestimmt sich daher ganz analog der obigen Ableitung zu:

$$\frac{M}{i} \left\{ \frac{\frac{10 \cdot i}{2 \cdot k} + \frac{2t+300}{3000}}{10} \right\} = M \left(\frac{1}{2k} + \frac{2t+300}{30000 \cdot i} \right)$$

ohne die Reserven, welche bei Kippkarren der häufigeren Reparaturen wegen mit 10% in Rechnung zu stellen sind.

Ist beispielsweise $M = 700$ cbm, $t = 500$ m, $i = {}^1/_3$ cbm, $k = 15$, so werden erforderlich

$$700 \left(\frac{1}{2 \cdot 15} + \frac{2 \cdot 500 + 300}{30000 \cdot {}^1/_3} \right) = 114 \text{ Stück},$$

dazu 10% Reserve mit 11 Stück; zusammen 125 Stück.

---

[32]) Geht wegen der Beschaffenheit des Bodens die Beladung der Karren durch 2 Mann zu langsam von statten, so wird man behufs besserer Ausnutzung der Geräte zum Laden Arbeiter zur Hülfe stellen.

Die Einteilung der Schächte wählt man bei gröſseren Arbeiten in der Regel so, daſs auf jeden Schacht etwa 20 Handkippkarren kommen. Alle 2—3 Schächte pflegen eine Karrenfahrt zu gebrauchen, deren Länge man überschläglich zu dem $1^1/_3$fachen der mittleren Transportweite setzen kann, sodaſs die Gesamtlängen der Fahrten ungefähr das $^1/_{30}\ t$ bis $^1/_{40}\ t$-fache der Karrenzahl wird.

Unter Verhältnissen, wie sie in dem erwähnten Beispiele angenommen sind, würde man voraussichtlich 6 Schächte bilden und für 3 Karrenfahrten zu je 667 m Länge, im ganzen 2000 m Fahrt nötig haben.

3. Pferdekarrentransport. Die Zeit zum Beladen einer Karre durch 2 Mann ergibt sich wie oben durch den Ausdruck $\frac{10 \cdot i}{2k}$ Stunden. Die Dauer einer Hin- und Rückfahrt, einschlieſslich des durch Leeren der Wagen, An- und Abhängen, Anfahren etc. entstehenden, früher zu 8 Minuten angegebenen Zeitverlustes beträgt, wenn die Geschwindigkeit, mit welcher das Pferd sich bewegt, zu 30 km in 7 Stunden = 4285 m pro Stunde = 71,4 m pro Minute angenommen wird:

$$\frac{2t + 8 \cdot 71{,}4}{4285} = \text{rot.} \frac{2t + 570}{4280}$$

und die Anzahl der erforderlichen Kippkarren ergibt sich hier zu:

$$M\left(\frac{1}{2k} + \frac{2t + 570}{42800 \cdot i}\right)$$

ohne die Reserve, welche wie bei den Handkippkarren zu etwa 10% anzunehmen ist.

Für $M = 500$, $t = 1000$, $i = {}^1/_3$, $k = 15$ würden beispielsweise erforderlich:

$$500\left(\frac{1}{2 \cdot 15} + \frac{2 \cdot 1000 + 570}{42800 \cdot {}^1/_3}\right) = 107 \text{ Stück},$$

dazu 10% Reserve mit 11 Stück, im ganzen 118 Stück.

Bei den Pferdekarrentransporten wird man in der Regel eine Hauptfahrt für den Hinweg und eine für den Rückweg anlegen, sodaſs die Gesamtlänge der Fahrten = $2t$ wird. Auſserdem hat man noch an den Förderstellen und den Absturzbahnen den zu den Platformen erforderlichen Bedarf an Bohlen zu rechnen, für jede Absturzbahn und Förderstellen zusammen annähernd 50 qm.

4. Transport auf Interimsgleisen. a. Durch Menschen. Werden auf jeden Erdwagen zum Beladen, Leeren und Transport desselben 2 Mann gerechnet, so findet man die Zeit zum Beladen wie oben durch den Ausdruck $\frac{10 \cdot i}{2k}$. Die Geschwindigkeit, mit welcher die Wagen auf den Gleisen bewegt werden, ist in § 11 angegeben zu 3600 m pro Stunde (= 60 m pro Minute), der Zeitaufwand für Entladen, An- und Abfahren zu 8 Minuten. — Die Dauer einer Hin- und Rückfahrt einschlieſslich des Aufenthaltes von 8 Minuten für Entladen etc. ist demnach:

$$\frac{2t + 8 \cdot 60}{3600} = \frac{2t + 480}{3600} \text{ Stunden}$$

und die Zahl der für den täglichen Dienst erforderlichen Wagen ergibt sich nach der früheren Ableitung zu

$$M\left(\frac{1}{2k} + \frac{2t + 480}{36000 \cdot i}\right), \text{ dazu etwa } 10\% \text{ für Reserve.}$$

Beispielsweise erhält man für $M = 400$, $t = 300$, $k = 15$ cbm, $i = 1{,}1$ cbm, die Zahl der Wagen zu

$$400\left(\frac{1}{30} + \frac{600 + 480}{36000 \cdot 1{,}1}\right) = 24 \text{ Stück};$$

dazu 10% Reserve mit 3 Stück; zusammen 27 Stück.

b. Transport durch Pferde. Die Zeit des Beladens eines Wagens durch 2 Mann ist wieder $\frac{10 \cdot i}{2k}$. Die Dauer einer Hin- und Rückfahrt, einschlieſslich des durch Ent-

leeren der Wagen, Rangieren etc. entstehenden Zeitverlustes von 10 Minuten, beträgt, wenn die Geschwindigkeit wie beim Pferdekarrentransport zu 30 km pro 7 Stunden angenommen wird: $\frac{2t + 10 . 71,4}{4285} = \text{rot.} \frac{2t + 710}{4280}$;
daraus erhält man wie oben die Anzahl der erforderlichen Wagen zu

$$M\left(\frac{1}{2k} + \frac{2t + 710}{42800 . i}\right),$$

aufser den mit 10% in Rechnung zu stellenden Reservewagen.

Beispielsweise werden erforderlich für $M = 700$, $t = 1000$, $k = 15$, $i = 1,1$:

$$700\left(\frac{1}{30} + \frac{2000 + 710}{42800 . 1,1}\right) = 64 \text{ Wagen};$$

dazu etwa 10% Reserve mit 6 Wagen, zusammen 70 Wagen.

c. **Durch Lokomotiven.** Werden zum Beladen jedes Wagens 2 Mann angestellt, so wird die Arbeit in $\frac{10 . i}{2k}$ Stunden bewirkt; durch 3 Mann in $\frac{10 . i}{3k}$ Stunden.

Bewegt die Lokomotive die Wagen mit einer Geschwindigkeit von v Meter pro Minute und werden mit dem An- und Abfahren, Entleeren der Wagen bei jedem Zuge a Minuten Zeit aufgewendet, so vergeht zwischen dem Abgange der beladenen Wagen und dem Wiederbeginn seiner Beladung ein Zeitraum von $\frac{2t + a . v}{v . 60}$ Stunden.

An Wagen für den täglichen Dienst werden daher erforderlich:

$$\frac{M}{i}\left\{\frac{\frac{10 . i}{2k} + \frac{2t + a . v}{v . 60}}{10}\right\} = M\left(\frac{1}{2k} + \frac{2t + a . v}{v . 600 . i}\right),$$

aufserdem 10% als Reserve. — Ist beispielsweise $M = 2500$ cbm, $t = 4000$ m, $i = 2,5$ cbm, $k = 15$ cbm, $a = 15$ Minuten, $v = 360$ m, so erhält man die Wagenzahl zu

$$2500\left(\frac{1}{30} + \frac{8000 + 15 . 360}{360 . 600 . 2,5}\right) = 145 \text{ Wagen},$$

dazu 10% Reserve 15 Wagen, zusammen 160 Wagen. Werden zum Beladen pro Wagen 3 Mann angestellt, so erhält man statt 145 Wagen den Bedarf zu:

$$2500\left(\frac{1}{45} + \frac{8000 + 15 . 360}{360 . 600 . 2,5}\right) = 127 \text{ Wagen}.$$

Die Länge der Interimsgleise, welche über das Mafs der Transportentfernung nötig wird, hängt wesentlich von der Art des Arbeitsbetriebes an den Gewinnungs- und Schüttstellen und von der Anzahl der Ausweichstellen ab. Der Prozentsatz für Nebengleise wird um desto höher ausfallen, je komplizierter die Einrichtung an den Endstationen und je kürzer der mittlere Transport ist. In vielen Fällen wird das Mafs zwischen 15 und 20% der Transportweite liegen.

Wenn in seltenen Fällen ein Doppelgleis auf die ganze Länge gelegt wird, etwa bei Förderung grofser Massen, bei verhältnismäfsig geringer Weite und langsamer Bewegung der Transportfahrzeuge, so sind aufser den beiden Hauptgleisen nur die Gleise an den Endstationen in Rechnung zu ziehen. Aus den Mitteilungen über den Arbeitsbetrieb und den Gewinnungs- und Schüttstellen sind die zur Ermittelung derselben erforderlichen Anhaltspunkte zu gewinnen. —

§ 15. Bedarf an Arbeitskräften.

Es bezeichnen wieder:

M = die in 10 Arbeitsstunden zu fördernde Masse in Kubikmeter,
t = die Transportweite in Metern,
i = den Inhalt des Transportgefäfses in Kubikmeter gewachsenen Bodens,
k = die Masse in Kubikmeter, welche ein Arbeiter in 10 Stunden lösen und laden kann.

1. Beim Schiebkarrentransport werden dann erforderlich:
   a. für Lösen und Laden $\frac{M}{k}$ Arbeiter;
   b. für den Transport und das Entleeren der Karren, da die tägliche Leistung eines Arbeiters (vergl. § 10) $\frac{15000}{t+25}$ Fahrten und $\frac{15000}{t+25} \cdot i$ cbm gewachsener Masse ist: $M \cdot \frac{t+25}{15000 \cdot i}$;
   c. für das Abgleichen des Bodens an der Schüttstelle, Verlegen und Reinigen der Karrdielen und andere Nebenarbeiten sind etwa 5% der unter a. und b. ermittelten Zahl zu rechnen, nach Umständen mehr oder weniger. Beispielsweise erhält man, wenn $M = 1000$ cbm, $t = 80$ m, $i = 1/_{15}$ cbm, $k = 8$ cbm ist:

      für a. $\frac{M}{k} = \frac{1000}{8}$ . . . . $= 125$
      „ b. $M \cdot \frac{t+25}{15000 \cdot i} = 1000 \cdot \frac{105}{1000}$ . . $= 105$
      „ c. . . . . $= 12$
      im ganzen $= 242$ Mann.

2. Beim Handkippkarrentransport bestimmt sich
   a. die Zahl der zum Lösen und Laden erforderlichen Tagesleistungen wie vorher zu $\frac{M}{k}$.
   b. Die tägliche Transportleistung inkl. Entladens, Wendens der Karre etc. ergibt sich nach § 10 pro Arbeiter zu $\frac{15000}{t+150} \cdot i$, für den Transport sind daher zu rechnen: $M \cdot \frac{t+150}{15000 \cdot i}$ Mann.
   c. Für die Arbeiterzahl an der Schüttstelle, das Reinigen der Bahnen etc. können wieder 5% der Arbeitskräfte unter a. und b. gerechnet werden.

3. Pferdekarrentransport.
   a. Das Lösen und Laden des Bodens erfordert an Tagesleistungen $\frac{M}{k}$,
   b. das Entladen pro 50 cbm etwa 1 Tagesleistung, also für M cbm $\frac{M}{50}$.
   c. Für Reinigen und Verlegen der Fahrten und andere Nebenarbeiten können wieder etwa 5% von a. und b. gerechnet werden.
   d. Die tägliche Transportleistung eines Pferdes ist früher ermittelt zu $\frac{15000}{t}$ cbm auf t m Entfernung. Um täglich M cbm zu transportieren sind daher erforderlich: $\frac{M \cdot t}{15000}$ Pferde.

Da zur Vermeidung von Zeitverlust beim Zusammenstellen der Züge und beim Abstürzen bei dieser Transportart in jedem Zug nicht mehr Karren angestellt zu werden pflegen, als dafs ein Pferd dieselben fortbewegen kann, so ist für jedes Pferd auch ein Führer nötig.

Beispielsweise erhält man, wenn $M = 600$ cbm, $t = 1100$ m, $k = 5$ cbm, für

   a. . . . . $\frac{600}{5}$ $= 120$ Mann
   b. . . . . $\frac{600}{50}$ $= 12$ „
   c. . . . . 5% von 132 $= 7$ „
   zusammen 139 Mann; aufserdem für
   d. $\frac{600 \cdot 1100}{15000} = 44$ Pferde mit Treibern, wozu eventuell noch etwa 5%, also 2 Pferde als Reserve zu rechnen sind.

4. Transport auf Interimsgleisen. a. Das Lösen und Laden des Bodens erfordert einen Aufwand von $\frac{M}{k}$ Tagewerken.

b. Zum Entladen gut konstruierter Kippwagen kann man je nach Beschaffenheit des Bodens und der Schüttvorrichtungen einen Kraftaufwand von $\frac{M}{100}$ bis $\frac{M}{50}$ Tagewerken annehmen.

c. Für die Unterhaltung der Transportbahnen beim Transport mit Pferden gibt Mohr pro hannover'sche Schachtrute und pro laufende Rute Transportentfernung in Sandboden einen Aufwand von $\frac{1}{1000}$ Arbeiterstunden an.[33]) Auf Metermafs reduziert entspricht dies einem Aufwande von $\frac{M.t}{300000}$ Tagewerken für M Kubikmeter Fördermasse und t Meter Transportweite. In leichtem Lehmboden steigert sich der Aufwand auf das Doppelte, in schwerem Lehmboden auf das Dreifache.

Beim Transport durch Lokomotiven erfordert die Unterhaltung der Bahnen bei solider Konstruktion weniger Arbeit, weil hier das Aufwühlen der Schwellenunterbettung durch die Hufe der Pferde und die Erhaltung eines für Pferde gut passierbaren Weges wegfällt. Nach vorliegenden Beispielen kann man bei Lokomotivtransport für Unterhaltung und Bewachung der Transportgleise in Sandboden etwa $\frac{M}{500000}$ Tagewerke rechnen, bei schwerem Boden, wie oben mehr. Beim Transport durch Menschen werden die Bahnunterhaltungsarbeiten geringer.

d. Die tägliche Transportleistung eines Arbeiters auf Interimsgleisen ist früher, in § 12, ermittelt zu $\frac{10000}{t}$ cbm auf t Meter Entfernung, die eines Pferdes zu $\frac{60000}{t}$ cbm auf t Meter Entfernung. Beim Transport durch Menschen erfordert dieser daher einen Aufwand von $\frac{M.t}{10000}$ Arbeitertagen. Beim Transport durch Pferde sind täglich erforderlich $\frac{M.t}{60000}$ Pferde und da man bei dieser Transportart ganz wohl zwei Pferde zu einem Zuge zusammenspannen kann, so würde auf je 2 Pferde ein Treiber kommen. Beim Transport durch Lokomotiven ist nach § 12 die Leistung einer Maschine in 10 Arbeitsstunden $\frac{v.300.Z}{v.a+t}$ cbm; mithin der Bedarf an Lokomotiven, um täglich M Kubikmeter zu fördern: $M.\frac{v.a+t}{v.300.Z}$ ohne die erforderliche Reserve, — worüber in § 12 Näheres sich angegeben findet.

§ 16. Preisermittelungen. Transporttabellen.

Die hier in Betracht zu ziehenden Kosten für den Transport der Bodenmassen bestehen aus

1. den Kosten für die Arbeitsleistung, also des Transportes und des Entladens des Bodens,
2. den Kosten für Geräte, d. h. Transportgefäfse und Transportbahnen.

Die Kosten ad 1 bestimmen sich aus den in den früheren Paragraphen ermittelten Arbeitsleistungen bei den verschiedenen Arten des Transportes unter Zugrundelegung des für die betreffende Gegend passenden Lohnsatzes. Erfolgt der Transport nicht auf horizontaler Bahn, so ist für die Steigung ein von der Art des Transportes abhängiger Zusatz zu machen (vergl. § 13), aufserdem ist für das durch die Konstruktion der Transportmittel veranlafste schwierigere Laden, wie bei Kippkarren und Wagen, gegenüber den Schiebkarren, ein entsprechender Betrag zuzusetzen.

Die Kosten für Geräte berechnen sich

a. aus der Differenz zwischen den Kosten der Anschaffung und dem Werte der Geräte nach Vollendung der Erdarbeit,
b. aus dem Transport der Geräte zur Baustelle,
c. aus den Zinsen der Anschaffungskosten,
d. aus den Unterhaltungskosten.

Sie sind zum Teil abhängig von der zu fördernden Masse, zum Teil unabhängig davon.

---

[33]) Siehe Zeitschr. des hann. Arch.- u. Ing.-Ver. Jahrg. 1865, S. 168.

Je solider die Transportgefäfse und Transportbahnen konstruiert werden, desto weniger wird ihre Wertverminderung durch die Masse der mit ihnen transportierten Erde beeinflufst sein. Je vollkommener also eine Transportart ist, desto schwieriger wird es, die Gerätekosten in Prozenten der übrigen Transportkosten allgemein auszudrücken.

Bei Interimsbahnen mit Maschinentransport sind die Kosten für das Inventar so erheblich gegenüber den täglichen Kosten für die Transportleistung, dafs der Preis pro Kubikeinheit, wenigstens hinsichtlich der Transportbahnen, in überwiegendem Mafse von der Gröfse der Masse abhängig ist, auf welche sich die nahezu konstanten Kosten verteilen. Bei den primitiveren Transportarten, wie beim Karrentransport, ist dieses weniger der Fall, weshalb bei diesen auch meistens die Kosten für Geräte in Prozenten der übrigen Transportkosten angesetzt werden.

Bei den einzelnen Transportarten, für welche die Preise zu ermitteln sind, werden wir hierauf noch zurückkommen.

1. Schiebkarrentransport. Die 10stündige Leistung eines Karrenschiebers an Transport inkl. Entladens der Karre ist früher (in § 11) ermittelt zu $\frac{1000}{t+25}$ cbm auf t Meter Entfernung; daraus berechnen sich die Kosten pro Kubikmeter für die verschiedenen Entfernungen unter Zugrundelegung des Lohnsatzes von 2 M. für 10stündige wirkliche Arbeit, (nach dem Ausdruck $\frac{t+25}{1000} . 200 = 5 + \frac{t}{5}$ Pf.), wie in nachstehender Tabelle A angegeben.

Die Kosten für Anschaffung der Geräte sind in jedem speciellen Falle nach dem Bedarf (vergl. § 14) und den Einzelpreisen zu ermitteln, welche letzteren früher (§ 8) angegeben sind,

für eine Schiebkarre zu rot. . . . . 10 M.
für ein laufendes Meter Karrbahn im Mittel . 1 M.

In der Regel setzt man beim Schiebkarrentransport die Kosten für Vor- und Unterhaltung der Geräte in Prozenten der übrigen Transportkosten an und rechnet sowohl die Anschaffungskosten nach Abzug des bleibenden Wertes bei Vollendung der Arbeit, als auch die Unterhaltungskosten zu je 5% des Arbeitslohnes.

Bei Annahme von 10% Gerätekosten und einem Lohnsatz von 2 M. für 10stündige Arbeit erhält man dann folgende Preistabelle A.

Preistabelle A für Schiebkarrentransport.

Transportweite in m	Preis pro Kubikmeter für Arbeitsleistung Pf.	Preis pro Kubikmeter für Geräte Pf.	Gesamtpreis pro cbm Pf.	Transportweite in m	Preis pro Kubikmeter für Arbeitsleistung Pf.	Preis pro Kubikmeter für Geräte Pf.	Gesamtpreis pro cbm Pf.
25	10	1	11	175	40	4	44
50	15	2	17	200	45	5	50
75	20	2	22	225	50	5	55
100	25	3	28	250	55	6	61
125	30	3	33	275	60	6	66
150	35	4	39	300	65	7	72

Mufs der Boden mit Steigung transportiert werden, so ist pro Meter Steigung eine Länge von 12 m der Transportweite zuzusetzen oder ein Satz von $2\frac{1}{2}$ Pf. pro Kubikmeter zu vergüten, vergl. § 13. Bei Berechnung des Transportes von Steinmaterial sind die Transportpreise der Tabelle bis 20% zu erhöhen.

2. Handkippkarrentransport. In § 11 ist die 10stündige Leistung eines Arbeiters beim Handkippkarrentransport inkl. Entladen des Bodens zu $\frac{2500}{t+150}$ cbm ermittelt. Die Kosten pro Kubikmeter berechnen sich darnach bei einem Lohnsatz von 2 M. für 10stündige Arbeit zu $\frac{t+150}{2500} . 200 = 12 + \frac{t}{12\frac{1}{2}}$ Pfennige.

Über den Bedarf an Geräten zu einer bestimmten Leistung ist früher das Erforderliche bereits mitgeteilt. Darnach und nach den Einzelpreisen, welche nach § 8 für eine Kippkarre zu 80 bis 100 M., für das lauf. Meter Bohlenfahrt zu 3 bis 4 M. anzunehmen sind, lassen sich für jeden besonderen Fall die Anschlagskosten ermitteln.

Meist pflegt man auch bei dieser Transportart die Gerätekosten in Prozenten der übrigen Transportkosten auszudrücken und kann für Anschaffung, nach Abzug des bleibenden Wertes 10%, für Unterhaltung 5%, im ganzen also 15% rechnen.

Bei Annahme dieses Satzes für Geräte und den Lohn von 2 M. für 10stündige Arbeit erhält man folgende

Preistabelle B für Handkippkarrentransport.

Transportweite in m	Preis pro Kubikmeter für Arbeitsleistung Pf.	für Geräte Pf.	Gesamtpreis pro cbm Pf.	Transportweite in m	Preis pro Kubikmeter für Arbeitsleistung Pf.	für Geräte Pf.	Gesamtpreis pro cbm Pf.
25	14	2	16	250	32	5	37
50	16	2	18	300	36	5	41
75	18	3	21	350	40	6	46
100	20	3	23	400	44	7	51
125	22	3	25	450	48	7	55
150	24	4	28	500	52	8	60
175	26	4	30	550	56	8	64
200	28	4	32	600	60	9	69

Bei Steigungen sind pro Meter Höhe und Kubikmeter Masse den Transportpreisen 2 Pf. zuzusetzen. — Für Steinmaterial tritt hier dieselbe Erhöhung der Transportpreise um etwa 20% wie beim Schiebkarrentransport ein.

3. Pferdekarrentransport. Die tägliche Leistung eines Pferdes ist bei dieser Transportart in § 10 zu $\frac{15000}{t}$ gefunden. Bei den täglichen Kosten eines Pferdes inkl. Führer von 6 M. bestimmen sich daher die Kosten der Transportleistung pro Kubikmeter zu $\frac{t}{15000} \cdot 600 = \frac{t}{25}$ Pfennige, wenn die Transportweite grofs genug ist, um die Kraft des Pferdes ausnutzen zu können; für kleinere Entfernungen mufs nach den in § 11 gegebenen Ausdrücken die Leistung und darnach der Kostenbetrag ermittelt werden.

Für das Entladen sind nach früheren Angaben pro 100 cbm etwa 2 Tagewerke zu rechnen, also pro Kubikmeter im Mittel 4 Pf.

Will man die Gerätekosten in Prozenten der übrigen Transportkosten ausdrücken, so kann man nach Henz, bei gröfseren Arbeiten von mindestens 15000 bis 20000 cbm, dafür 30% aber wohl nie unter 10—15 Pf. pro Kubikmeter rechnen.

Bei dieser Annahme ergibt sich folgende

Preistabelle C für Pferdekarrentransport.

Transportweite in m	Preis pro Kubikmeter für Transportleistung Pf.	für Entladen des Bodens Pf.	für Vor- und Unterhaltung der Geräte Pf.	Gesamtpreis pro cbm Pf.	Transportweite in m	Preis pro Kubikmeter für Transportleistung Pf.	für Entladen des Bodens Pf.	für Vor- und Unterhaltung der Geräte Pf.	Gesamtpreis pro cbm Pf.
300	22	4	15	41	1200	48	4	16	68
400	25	4	15	44	1300	52	4	17	73
500	28	4	15	47	1400	56	4	18	78
600	31	4	15	50	1500	60	4	19	83
700	34	4	15	53	1600	64	4	20	88
800	37	4	15	56	1700	68	4	22	94
900	39	4	15	58	1800	72	4	23	99
1000	42	4	15	61	1900	76	4	24	104
1100	45	4	15	64	2000	80	4	25	109

Für Steigungen sind pro Meter Steigung den Transportpreisen $1^1/_2$ Pf. pro cbm zuzusetzen.

Für Steinmaterial: Erhöhung der Transportpreise wie früher um etwa 20%.

4. **Transport auf Interimsgleisen.** Aus den früheren Untersuchungen und Berechnungen lassen sich zunächst die Kosten für die Arbeitsleistung des Transportes wie folgt bestimmen.

a. **Beim Transport durch Menschen.** Nach § 12 ist die 10stündige Arbeitsleistung eines Mannes für diese Transportart $\frac{10000}{t}$ cbm. Bei einem Lohnsatze von 2 M. stellen sich daher die Kosten pro Kubikmeter zu $\frac{t}{10000} . 200 = \frac{t}{50}$ Pfennige.

b. **Beim Transport durch Pferde.** Nach § 12 ist die tägliche Arbeitsleistung eines Pferdes $\frac{60000}{t}$ cbm. Bei 6 M. täglichen Kosten eines Pferdes inkl. Führer ergibt sich daher der Preis pro Kubikmeter zu $\frac{t}{60000} . 600 = \frac{t}{100}$ Pfennige. Dabei ist vorausgesetzt, dafs die Transportweite grofs genug ist, um die Kraft des Pferdes ausnutzen zu können. Bei Weiten unter 800 m, wo dies nicht mehr der Fall ist, stellen sich die Kosten höher und betragen nach dem in § 12 gegebenen Ausdruck für

700 m	statt 7 Pf.:	7,4 Pf.	pro cbm
600 „	„ 6 „	6,7 „	„ „
500 „	„ 5 „	6 „	„ „
400 „	„ 4 „	5,3 „	„ „
300 „	„ 3 „	4,6 „	„ „ .

c. **Beim Transport durch Lokomotiven.** Die täglichen Kosten der Lokomotiven sind teils abhängig von den Leistungen, teils sind sie konstant. Zu den variablen gehören die Kosten für Brennmaterial, ferner ein geringer Teil der Kosten für Schmiermaterial und für Reparaturen; zu den konstanten aufser dem weiteren Teil der letzt erwähnten Kosten, diejenigen für Bedienung der Maschinen (Führer, Heizer etc.) für Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals, für Anlage der Wasserstationen, Schuppen etc.

Hinsichtlich des Verbrauchs an Kohlen kann man annehmen, dafs mit 1 kg guter Steinkohle eine Nutzleistung von etwa 1500 bis 2000 m cbm in der Horizontalen zu verrichten ist, dafs also zum Transport von 1 cbm Boden auf t Meter Entfernung $\frac{t}{2000}$ bis $\frac{t}{1500}$ kg Kohlen erforderlich sind. Die Kosten dafür würden unter Annahme des letzten Ausdruckes und eines Preises der Kohlen auf der Baustelle von 2,5 Pf. pro Kilogramm beispielsweise $\frac{t}{1500} . 2,5 = \frac{t}{600}$ Pf. betragen.

Die konstanten, von der Leistung der Maschine unabhängigen Kosten werden pro Kubikmeter geförderte Masse um so gröfser werden, je kleiner das tägliche Förderungsquantum ist, auf welches sich die Kosten verteilen; sie werden in der Regel also mit der Stärke der Maschinen abnehmen, weil die stärkeren Maschinen zu gröfseren Leistungen gewählt werden.[34])

[34]) Rechnet man die Kosten:

	Mark
für einen Führer zu 1800 M. jährlich, pro Arbeitstag zu $\frac{1800}{280}$ = ...	6,43
für einen Heizer zu 1080 M. jährlich, pro Arbeitstag zu $\frac{1080}{280}$ = ...	3,86
für Putzen, event. Bremsen und Wasserpumpen, pro Tag	3,00
für Brunnen, Pumpen, Schuppen und ähnliche Anlagen pro Tag zu $\frac{840}{280}$ = . . .	3,00
für Schmier- und Putzmaterial	3,00
für Zinsen, Amortisation und Reparaturen bei dem Neuwert einer mittelgrofsen Maschine von 16 000 M., zu jährlich 3000 M., pro Arbeitstag zu $\frac{3000}{280}$ = . .	10,71
so ergeben sich die konstanten Kosten pro Arbeitstag zu	30,00

In der weiter unten folgenden Preistabelle sind die Kosten der Lokomotive pro Kubikmeter mit $5 + \frac{t}{500}$ Pf. angenommen.

Über den Einfluſs der Steigungen siehe § 13.

Für die Arbeiten am Abladeorte, für Entladen der Wagen, Vorrücken und Verlegen der Gleise, Weichenziehen, Verbauen des Bodens etc. ferner für das durch die Höhe der Erdtransportwagen erschwerte Laden des Bodens sind, je nach Beschaffenheit des letzteren, pro Kubikmeter 0,4 bis 0,6 im Mittel 0,5 Arbeitsstunden oder 10 Pf. zu vergüten.

Sind die Wagen nicht zum Kippen eingerichtet, sondern müssen dieselben ausgeschaufelt werden, so mehren sich die Kosten um etwa 5 Pf. pro Kubikmeter.

Für Unterhaltung der Gleise kann man je nach Beschaffenheit des Bodens und der Transportbahnen pro 1000 m Gleise und pro Kubikmeter transportierten Boden 0,4 bis 2 Pf. setzen; in der nachstehenden Preistabelle ist 1 Pf. gerechnet, entsprechend dem Werte von $\frac{M.t}{200000}.200$ bei 2 M. Lohnsatz.

Öl oder Wagenschmiere kosten nach vorliegenden Erfahrungen bei Wagen älterer Konstruktion pro Kubikmeter Boden und pro 1000 m Transportweite $^2/_3$ Pf., bei Wagen neuerer Konstruktion $^1/_3$ Pf., im Mittel kann man also etwa $^1/_2$ Pf. setzen. Zur Ermittelung der Kosten für Vor- und Unterhaltung der Transportwagen pro Kubikmeter geförderten Boden sind die in § 14 angegebenen Ausdrücke für den Bedarf an Transportwagen, nämlich:

$$M\left(\frac{1}{2k} + \frac{2t + 480}{36000.i}\right) \text{ für Transport durch Menschen,}$$

$$M\left(\frac{1}{2k} + \frac{2t + 710}{42800.i}\right) \text{ „ „ „ Pferde,}$$

$$M\left(\frac{1}{2k} + \frac{2t.a.v}{v.600.i}\right) \text{ „ „ „ Lokomotiven, zu benutzen.}$$

Setzt man die täglichen Kosten eines Wagens pro Kubikmeter seines Rauminhalts zu 50 Pf. also bei Wagen von $^1/_2$ cbm zu 25 Pf., bei solchen von $2^1/_2$ cbm zu 125 Pf. und sucht aus den für verschiedene Werte der Variabeln sich ergebenden Ausdrücken das Mittel, so kommt man unter gleichzeitiger Beachtung des erforderlichen Prozentsatzes für Reservewagen und unter Abrundung der Werte zu folgenden Ausdrücken über die Kosten für Vor- und Unterhaltung der Wagen pro Kubikmeter geförderten Boden bei t Meter Transportweite:

$$2 + \frac{t}{400} \text{ Pfennige für den Transport durch Menschen,}$$

$$4 + \frac{t}{400} \text{ „ „ „ „ „ Pferde,}$$

$$5 + \frac{t}{2000} \text{ „ „ „ „ „ Lokomotiven.}$$

Hiernach sind für die verschiedenen Transportweiten die Preise in der unten folgenden Tabelle berechnet.

Kraufs rechnet die Gesamtbetriebskosten für seine 20pferdige Lokomotive, wie folgt:

	Mark
Brennmaterial pro Tag 7 Ctr. Kohle à M. 0,60 =	4,20
Schmiermaterial $2^1/_2$ Pfund à M. 0,50 =	1,25
Reparaturkosten	1,55
Bedienung	9,00
Verzinsung, Amortisation zu 10% gerechnet bei 300 Arbeitstagen	4,00
dito. für eine Maschine in Reserve	4,00
Tägliche Kosten	24,00

Es bleiben jetzt noch die Kosten der Interimsbahnen mit Ausnahme der Unterhaltung derselben, welche bereits ihre Erledigung gefunden, zu besprechen.

Dafs es unmöglich ist, allgemein gültige Ermittelungen anzustellen, wo abgesehen von den Chancen des Marktes und der Wiederverwertung der Materialien nach ihrer Benützung, die Belegenheit der Baustelle und die davon abhängigen Ausgaben für Herbeischaffung der Materialien einen sehr wichtigen Faktor für die Kosten abgeben, braucht nicht weiter hervorgehoben zu werden.

Die nachstehenden Angaben können daher auch nur als Beispiele dienen, aus welchen für mittlere Verhältnisse ein Durchschnittssatz sich ergeben wird.

Wir stellen hier die überschläglichen Kosten eines Gleises aus leichten, neuen Schienen, wie es für den Transport durch Menschen und eventuell auch durch Pferde häufig angewandt ist und die eines Gleises aus alten Schienen von definitiven Bahnen, wie es sich namentlich für Lokomotivtransporte empfiehlt, zusammen.

Gleis aus leichten Schienen von 6 kg Gewicht pro lauf. Meter.	Mark
Neuwert der Schienen pro m Gleis, 200 M. pro 1000 kg: $\frac{2.6}{1000}.200$.	2,4
Kleineisenzeug	0,4
Schwellen in 1 m Entfernung (1 Stück)	0,5
Arbeitslohn für Legen des Oberbaues	0,2
Für Unterbettungsmaterial und zur Abrundung	0,5
also Herstellungskosten pro Meter Gleis . .	4
Bleibender Wert der Schienen bei 10% Verlust und Abnutzung und einem Preise von 120 M. pro 1000 kg (also 60% des Preises der neuen Schienen) = 2,4 . 0,9 . 0,6 = ...	1,3
des Kleineisenzeuges (50% des Neuwertes)	0,2
	1,5
Ab für Wiederaufnehmen und Sortieren der Materialien	0,3
Bleiben . .	1,2
Es beträgt mithin	
a. der Minderwert der Materialien 4 — 1,2 = ...	2,8
Das Gewicht der Schienen und des Kleineisenzeuges beträgt pro lauf. Meter Gleis etwa 12,5 kg. Rechnet man pp. 400 km Eisenbahn- und 40 km Landstrafsentransport, so stellen sich die Fahrkosten für Herbeischaffung der Materialien zu höchstens . . . . 0,4 M.	
Für das spätere Fortschaffen der gebrauchten Materialien werde die Hälfte gerechnet mit . . . . . . 0,2 „	
damit erhält man	
b. die Fahrkosten zu	0,6
(Für die hölzernen Schwellen, welche in der Nähe der Bahn anzukaufen, sind besondere Fahrkosten nicht zu berechnen.)	
c. die Zinsen des Anlagekapitals betragen zu 5% für 1 Jahr 0,05 . 4,6 =	0,23
Summa a., b. und c. . .	3,63
Für Nebengleise und Weichen etc. 1/3 mehr mit	1,21
Zur Abrundung	0,16
Summa pro Meter Transportweite . .	5

Gleis aus alten Schienen definitiver Bahnen von 35 **kg** Gewicht pro lauf. Meter.

Kaufpreis der Schienen pro Meter Gleis (120 M. pro 1000 **kg** ausrangierter Schienen[35]): $\frac{2 \cdot 35}{1000} \cdot 120$ . . . . Mark 8,4
Kleineisenzeug (neues Material) 1,2
Schwellen in 1 m Entfernung pro Meter Gleis, also 1 Stück 0,8
Arbeitslohn für Legen des Oberbaues 0,25
Für Unterbettungsmaterial und zur Abrundung 0,35

Summa . . 11

Bleibender Wert
der Schienen bei 10% Abnutzung, Verlust und Minderwert des Materials:
8,4—0,84 = ... 7,56 M.
des Kleineisenzeuges bei 50% für Minderwert und Verlust 0,6 „

8,16

Ab Arbeitslohn für Wiederaufnehmen des Gleises und Sortieren des Materials 0,36

Bleiben . . 7,8

a. Der Minderwert der Materialien ist hiernach 11 — 7,8 = ... 3,2
b. Bei einem Gewichte der Schienen und des Kleineisenzeuges von 75 **kg** pro lauf. Meter Gleis kann man die Fahrkosten bei etwa 50 **km** Transport auf Landstrafsen oder gleichwertigem Eisenbahntransport ansetzen zu 1
für das Verfahren der verbrauchten Materialien die Hälfte mit . . 0,5
c. Die Zinsen des Anlagekapitals von 11 + 1,5 M. betragen zu 5% auf 1½ Jahr 12,5 . 0,05 . 1,5 = ... 0,94

Summa a., b. und c. . . 5,64

Für Nebengleise, Weichen etc. ⅓ mehr mit 1,88
Zur Abrundung 0,48

Summa pro Meter Transportweite . . 8

Stehen für Lokomotivgleise ausrangierte Schienen definitiver Bahnen nicht zur Verfügung und stellt man in solchen Fällen das Gleis aus leichteren neueren Schienen von etwa 12½ **kg** Gewicht pro lauf. Meter her, so werden die Herstellungskosten annähernd den zuletzt ermittelten gleich.

Den obigen Angaben entsprechend sind bei Aufstellung der nachstehenden Preistabelle D die Kosten der Interimsgleise pro Meter Transportweite bei Transport durch Menschen mit 5 M., bei Lokomotivtransport mit 8 M. angenommen; beim Transport durch Pferde ist ein Preis von 6 M. pro Meter angesetzt.

Wie diese Kosten für Transportgleise pro Kubikmeter geförderten Boden sich stellen, hängt von der gesamten Fördermasse ab, auf welche sie sich verteilen.

Die Unterhaltungskosten der Gleise dagegen sind pro Kubikmeter Boden in Ansatz zu bringen, weil sie als direkt mit dem Förderungsquantum wachsend angenommen werden können.

---

[35]) Bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn sind seitens der Bauverwaltung den Unternehmern alte Schienen zur Anlage von Fördergleisen gegen eine monatliche Miete von 1 Pf. pro lauf. Fufs oder 3,6 Pf. pro lauf. Meter überwiesen.

Bei dem erheblichen Betrage, welchen die Kosten der Transportbahnen von den Gesamtkosten des Transportes auf Interimsgleisen ausmachen und welcher bei grofsen Entfernungen sogar sämtliche übrige Kosten überwiegt, wird man also, zur Ermittelung der Transportkosten pro Kubikmeter, die Bodenmasse in Rechnung zu ziehen haben, welche über die Transportbahn bewegt werden soll.

In nachstehender Tabelle (S. 382) ist dies beispielsweise für verschiedene Quantitäten von 10000 bis 150000 cbm geschehen.

Nach den in Vorstehendem angegebenen speciellen Preistabellen für die einzelnen Transportarten ist unter Berücksichtigung der Nebenkosten an Krankassen- und Schachtmeistergeldern und eines mäfsigen Unternehmergewinns folgende allgemeine Transporttabelle (S. 383) aufgestellt, deren Preise die Kosten für sämtliche durch den Transport veranlafste Leistungen und Ausgaben für Geräte einschliefsen. Die Kosten für Lösen und Laden des Bodens sind selbstredend darin nicht mit enthalten.

Eine solche Tabelle kann, indem sie gleichsam die Durchschnittspreise gibt, naturgemäfs nur einen generellen Nutzen haben; bei grofsen Transportweiten wird man stets die zu fördernde Masse zu beachten haben, auf welche sich die Gerätegelder verteilen und dementsprechend die Preise modifizieren (vergl. hierüber die Tabelle D).

§ 17. Wahl der Transportmethode.

Die Bedeutung einer Transportarbeit hängt wesentlich ab von der Masse des zu fördernden Bodens, von der mittleren Transportweite und von der für die Ausführung zur Verfügung stehenden Zeit.

Bei der Entscheidung über die zu wählende Transportmethode wird man diese hinsichtlich der Kosten und der Leistungen zu prüfen und von den Kosten vorzugsweise diejenigen für die Zugkraft und für die Geräte inkl. Transportbahnen in Betracht zu ziehen haben. Die Kosten der Zugkraft werden am gröfsten, wenn der Transport durch Menschen geschieht, geringer beim Transport durch Pferde, am geringsten beim Lokomotivtransport, vorausgesetzt, dafs die Entfernung grofs genug ist, um die Kraft ausnutzen zu können. — Andererseits werden die Gerätekosten bei denjenigen Beförderungsmethoden am bedeutendsten, bei welchen die Zugkraft am wenigsten kostet.

Bei Vergleichung zweier Förderungsmethoden ergibt sich daher eine Transportweite, für welche die Kosten beider sich gleichstellen und diese Entfernung wird um so geringer werden, je gröfser die Massen sind, auf welche sich die Ausgaben für die kostspieligeren, die Anwendung der billigeren Zugkraft ermöglichenden Geräte und Transportbahnen verteilen.

Sind bedeutende Massen zu fördern, so wird beispielsweise die Einrichtung einer Lokomotivbahn sich schon bei geringer Entfernung empfehlen, während dieselbe bei verhältnismäfsig grofsen Weiten ausgeschlossen bleibt, wenn die zu fördernden Massen nur gering sind.

Die Anwendung des Schiebkarrentransports beschränkt sich, wenn man von denjenigen Fällen absieht, in welchen derselbe gröfsere Arbeiten nur vorbereiten soll, auf geringe Transportweiten. Nach den speciellen Preistabellen für die verschiedenen Transportarten wird schon bei 75 m Entfernung der Handkippkarrentransport ebenso billig als der Schiebkarrentransport, bei bedeutenderen Massen der Transport auf Interimsgleisen durch Arbeiter billiger. Bei gröfseren Transportweiten wird es nur dann rationell sein, die Schiebkarre zu benutzen, wenn das Förderquantum zu gering ist, um die Kosten für Herbeischaffung und Inbetriebsetzung anderer Geräte aufwenden zu dürfen.

Preistabelle D für den Transport auf Interimsgleisen.

Art des Transports.	Transportweite in Meter.	Kosten des Transportes pro Kubikmeter Boden in Pfennigen. a Zugkraft	b Entladen, Verbauen und erschwertes Aufladen.	c Schmieren der Wagen.	d Gleisunterhaltung.	Summa a bis d	e Kosten der Transportwagen.	Kosten der Transportbahn $\left(\frac{t \cdot x}{Q}\right)$ bei einer Fördermasse (Q) von cbm 10 000	cbm 15 000	cbm 30 000	cbm 50 000	cbm 100 000	cbm 150 000	Gesamtkosten des Transportes bei einer Fördermasse von cbm 10 000	cbm 15 000	cbm 30 000	cbm 50 000	cbm 100 000	cbm 150 000	Bemerkungen.
Transport durch Arbeiter. Kosten der Transportbahn (x) pro lauf. m zu 5 M. angenommen.	100	2	10	0,1	0,1	12,2	2,3	5	3,3	1,7	1			19	18	16	15			Die Preise gelten für annähernd horizontale Bahn; über den Einfluss der Steigungen vergl. § 13.
	200	4	10	0,1	0,2	14,3	2,5	10	6,7	3,3	2			27	24	20	19			
	300	6	10	0,2	0,3	16,5	2,8	15	10	5	3			34	29	24	22			
	400	8	10	0,2	0,4	18,6	3	20	13,3	6,7	4			42	35	28	26			
	500	10	10	0,3	0,5	20,8	3,3	25	16,7	8,3	5			49	41	32	29			
	600	12	10	0,3	0,6	22,9	3,5	30	20	10	6			56	46	36	32			
	700	14	10	0,4	0,7	25,1	3,8	35	23,3	11,7	7			64	52	40	36			
	800	16	10	0,4	0,8	27,2	4	40	26,7	13,3	8			71	58	44	39			
	900	18	10	0,5	0,9	29,4	4,3	45	30	15	9			79	64	49	43			
	1000	20	10	0,5	1,0	31,5	4,5	50	33,3	16,7	10			86	69	53	46			
Transport durch Pferde. Kosten der Transportbahn (x) pro lauf. m zu 6 M. angenommen.	300	4,6	10	0,2	0,3	15,1	4,8	18	12	6	3,6	1,8		38	32	26	23	22		
	400	5,3	10	0,2	0,4	15,9	5	24	16	8	4,8	2,4		45	37	29	25	23		
	500	6	10	0,3	0,5	16,8	5,3	30	20	10	6	3		52	42	32	28	25		
	600	6,7	10	0,3	0,6	17,6	5,5	36	24	12	7,2	3,6		59	47	35	30	27		
	700	7,4	10	0,4	0,7	18,5	5,8	42	28	14	8,4	4,2		66	52	38	33	28		
	800	8	10	0,4	0,8	19,2	6	48	32	16	9,6	4,8		73	57	41	35	30		
	900	9	10	0,5	0,9	20,4	6,3	54	36	18	10,8	5,4		81	63	45	37	32		
	1000	10	10	0,5	1	21,5	6,5	60	40	20	12	6		88	68	48	40	34		
	1100	11	10	0,6	1,1	22,7	6,8	66	44	22	13,2	6,6		95	73	51	43	36		
	1200	12	10	0,6	1,2	23,8	7	72	48	24	14,4	7,2		103	79	55	45	38		
	1300	13	10	0,7	1,3	25	7,3	78	52	26	15,6	7,8		110	84	58	48	40		
	1400	14	10	0,7	1,4	26,1	7,5	84	56	28	16,8	8,4		118	90	62	50	42		
	1500	15	10	0,8	1,5	27,3	7,8	90	60	30	18	9		125	95	65	53	44		
Transport durch Lokomotiven. Kosten der Transportbahn pro lauf. m zu 8 M. angenommen.	500	6	10	0,3	0,5	16,8	5,3				8	4	2,7				30	26	25	
	1000	7	10	0,5	1,0	18,5	5,5				16	8	5,3				40	32	29	
	1500	8	10	0,8	1,5	20,3	5,8				24	12	8				50	38	34	
	2000	9	10	1	2	22	6				32	16	10,7				60	44	39	
	3000	11	10	1,5	3	25,5	6,5				48	24	16				80	56	48	
	4000	13	10	2	4	29	7				64	32	21,3				100	68	57	
	5000	15	10	2,5	5	32,5	7,5				80	40	26,7				120	80	67	
	6000	17	10	3	6	36	8				96	48	32				140	92	76	
	7000	19	10	3,5	7	39,5	8,5				112	56	37,3				160	104	85	
	8000	21	10	4	8	43	9				128	64	42,7				180	116	95	
	9000	23	10	4,5	9	46,5	9,5				144	72	48				200	128	104	
	10000	25	10	5	10	50	10				160	80	53,3				220	140	113	
	11000	27	10	5,5	11	53,5	10,5				176	88	58,7				240	152	123	
	12000	29	10	6	12	57	11				192	96	64				260	164	132	
	13000	31	10	6,5	13	60,5	11,5				208	104	69,3				280	176	141	
	14000	33	10	7	14	64	12				224	112	74,7				300	188	151	
	15000	35	10	7,5	15	67,5	12,5				240	120	80				320	200	160	

E. Allgemeine Transporttabelle (inkl. Gerätekosten).

Transportweite in m	Preis pro cbm in Pf.	Transportweite in m	Preis pro cbm in Pf.
25	14	1100	68
50	18	1200	70
75	22	1300	72
100	25	1400	74
150	30	1500	75
200	34	1600	76
250	38	1700	77
300	41	1800	78
350	44	1900	79
400	46	2000	80
450	48	2500	85
500	50	3000	90
600	54	3500	95
700	57	4000	100
800	60	4500	105
900	63	5000	110
1000	66		

Bemerkungen.

Über die bei den verschiedenen Transportarten für Steigungen zu gewährenden Zulagen siehe § 13.

Zu generellen Zwecken kann man, da in der Regel die günstigste Transportart durch die Transportweite bestimmt ist, nach letzterer auch die Zulagen pro Meter Steigung abstufen und dieselben annähernd setzen:

für Transportweiten bis 100 m	pro cbm	2,5 Pf.
„ „ von 100 bis 500 m	„ „	2 „
„ „ „ 500 „ 1000 „	„ „	1½ „
„ „ „ 1000 „ 1500 „	„ „	1 „
„ „ über 1500 „	„ „	½ „

Beim Transport von Steinmaterial sind die Preise der Tabelle um etwa 20% zu erhöhen. [36])

[36]) Zum Vergleich mögen folgende für Bauausführungen der letzten Jahre festgestellte Transportpreise dienen.

Transportpreise in Pfennigen à 1/100 Mark.

Transportweite in m	Ausschliefslich der Vor- und Unterhaltung der Geräte: a Venlo-Hamburger Bahn Normalpreis.	a Venlo-Hamburger Bahn Maximalpreis.	b Moselbahn.	Einschliefslich der Vor- und Unterhaltung der Geräte: c Rheinische Bahn.	d nach Henz Erde.	d nach Henz Steine.	e nach Hellwag (Gotthard-Bahn	f nach Plefsner.
25	9	11	12	14			20	12
50	13	14	17	17	13	16	24	
75	15	16	20	20	16	20	26	18
100	17	19	22	23	19	24	28	
150	21	24	27	28	25	31	32	24
200	25	28	31	32	30	39	36	30
250	29	32	34	36	33	42	40	35
300	33	36	37	40	36	45	43	40
350	36	40	40	44	38	48	46	45
400	40	44	42	48	41	51	50	
450	43	47	45	49	43	53	53	50
500	46	50	47	51	45	55	56	
600	48	54	49	55	49	61	61	55
700	50	57	51	59	53	67	66	60
800	53	59	53	63	56	70	70	63
900	56	62	55	66	58	73	75	68
1000	58	64	57	69	61	76	80	
1200	62	68	61	75	64	80	86	73
1400	66	72	65	81	67	84	93	76
1600	70	76	68	87	70	88	99	80
1800	73	80	73	93	73	92	106	84
2000	76	83	77	99	76	97	112	88
2500	82	89	85	109	84	104	120	98
3000	88	95	92	119	87	112	128	108
3500	94	101	97	129	92	119		118
4000	100	107	102	139	98	126		126
4500	103	110	106	149	103	133		133
5000	106	113	110	159	108	140		140

Die Preise gelten für horizontale Bahn; für Steigungen werden den Transportweiten zugesetzt:

bei *a* 25 bis 30 m pro Meter Steigung	bei *d* 30 m pro Meter Steigung
„ *b* 25 m „ „ „	„ *e* 12 m „ „ „

Macht die Bedeutung einer Erdarbeit die Einführung eines anderen Transportes als mittels Schiebkarren nötig, so wird man zunächst darüber zu entscheiden haben, ob der Betrieb mit Kippkarren oder mit Rollwagen auf Interimsgleisen zu wählen ist. Der Vergleich der Preistabellen B und D erweist, dafs schon bei einer Entfernung von 100 m der Betrieb auf Interimsgleisen billiger wird als der mit Kippkarren, wenn die Fördermasse etwa 10000 cbm oder mehr beträgt. Sind diese Vergleichszahlen auch nicht unbedingt mafsgebend, so zeigen sie doch, dafs der Kippkarrenbetrieb nur innerhalb eng gezogener Grenzen vorteilhaft ist.

Letzterer wird dann in Frage kommen müssen, wenn die Beschaffung der für den Interimsgleisbetrieb erforderlichen Geräte und Materialien unter den lokalen Verhältnissen umständlicher und kostspieliger werden würde, als die der einfacheren Geräte und Materialien für den Kippkarrenbetrieb, welche in der Regel aus der nächsten Umgebung der Baustelle zu beziehen sind. Über das Mafs von 400 m hinaus den Handkippkarrenbetrieb auszudehnen ist schon aus humanen Rücksichten nicht geraten, da die Anstrengung der Arbeiter dabei eine aufserordentliche, der Gesundheit schädliche wird.

Der Kippkarrentransport durch Pferde bietet nach Ausweis der Tabellen C und D keinen Vorteil gegenüber dem Transport auf Interimsgleisen. In der That hat diese Transportweise in neuerer Zeit auch selten mehr Anwendung gefunden.

Sonach ergibt sich der Transport auf Interimsgleisen als derjenige, welcher für alle gröfseren Arbeiten unter normalen Verhältnissen die günstigsten pekuniären Erfolge erwarten läfst. Ob derselbe für die Förderung durch Menschen, Pferde oder Lokomotiven einzurichten ist, hängt von der Gröfse des Förderquantums ab. Die Tabelle D gibt die nötigen Anhaltspunkte, wie für die einzelnen Bewegungsmittel die Kosten sich stellen. Richtet man die Bahnen für den Transport mit Pferden oder Lokomotiven ein, so ist selbstredend nicht ausgeschlossen, dafs man, so lange die Transportweiten gering sind, die Wagen durch Arbeiter fortbewegen läfst.

Sieht man zum Zwecke des Vergleiches der Transportkosten auf vorhandener Bahn von den Kosten der letzteren, der Bahn, vorläufig ab, so zeigt sich aus den Kolumnen *a* bis *e* der Preistabelle D, dafs der Transport durch Menschen noch bei Entfernungen zwischen 300 und 400 m billiger wird, als der durch Pferde, und dafs letzterer bei 500 m Transportweite schon so viel kostet, wie der Lokomotivtransport. — Das Verhältnis ändert sich, wenn man die Kosten der Transportbahn mit berücksichtigt,

---

Bei *a* werden für Neubeschaffung und Ergänzung sämtlicher Transportgeräte einschliefslich der Fahrbahnen an den gesamten Kosten für Lösen, Transport und Verbauen der Erd- und Felsmassen 10 bis 15% in Rechnung gestellt. — Zu den Preisen in Kolumne *a* bemerkt Funk in seinen „Mitteilungen über den Bau der Venlo-Hamburger Eisenbahn“:

Die Preise der Tabelle für die Ausführung haben sich im allgemeinen als zutreffend erwiesen. Die Erfahrung beim Bau hat jedoch herausgestellt, dafs die Preise für die kleineren Arbeiten mit geringen durch Handkarren und Handwagen zu bewegenden Erdmassen bei einem Akkordverdienst der Arbeiter von 2,50 bis 3 M. kaum ausreichen, während die Preise für die Arbeiten mit grofsen, mittels Lokomotivtransport auf gröfsere Entfernungen zu bewegenden Massen als reichlich hoch zu bezeichnen sind, was sich bei den Submissionen dadurch klar herausstellte, dafs für solche Arbeiten bei der Anwendung der feststehenden Transporttabelle der Gewinnungspreis nicht unerheblich unter den Sätzen der Tabelle blieb. Durch diese ausgedehnte Anwendung des Lokomotivtransportes, welcher sich während des Baues der Bahn immer weiter ausbildete (sodafs z. B. auf der zuletzt in Angriff genommenen, 15 Meilen langen Bahnstrecke Bremen-Harburg 21 Lokomotiven bei den Erdarbeiten in Thätigkeit sich befanden), sind die Kosten der Erdarbeiten trotz der während des Baues namhaft gestiegenen Arbeitslöhne wesentlich ermäfsigt und haben die Kosten der Ausführung auf dem gröfsten Teile der Bahn die Sätze der Tabelle „für die Ausführung“ nicht erreicht, sodafs im ganzen eine namhafte Ersparung gegen die Kostenanschläge der Erdarbeiten sich herausstellen wird.

denn weil die Bahnen beim Fortbewegen der Wagen durch Arbeiter oder Pferde leichter und deshalb billiger herzustellen sind, als wenn Lokomotiven darüber fahren sollen, so bleibt häufig der Transport durch Arbeiter und Pferde auf gröfsere Weiten vorteilhaft.

Die Grenzen scharf festzustellen wird in jedem speciellen Falle nur durch genaue Rechnung möglich. Im allgemeinen kann man annehmen, dafs von den drei Förderungsarten auf Interimsgleisen, bei mittleren Entfernungen bis etwa 400 m der Transport durch Menschen, bei Entfernungen über 1000 m und Fördermassen von 50000 cbm an, der Transport durch Lokomotiven günstiger ist als der durch Pferde. Für die dazwischen liegenden Weiten wird der Transport mit Pferden in Betracht zu ziehen sein.

Steht aber einmal das Betriebsmaterial für Lokomotivtransport zur Verfügung, so wird man schon bei geringen Entfernungen, von etwa 500 m an, die Lokomotive mit Vorteil arbeiten lassen und häufig sogar, um nicht den in diesem Falle nur innerhalb enger Grenzen vorteilhaftesten Transport durch Pferde einzuführen, schon bei derjenigen Entfernung mit Lokomotiven anfangen, bei welcher der Transport durch Menschen aufhört, günstig zu sein.

Die ausgedehnte Anwendung der Maschinenkraft hat noch den grofsen Vorteil, dafs man unabhängiger von den, so häufigen Schwankungen unterworfenen, Lohnverhältnissen wird.

Was die Leistung betrifft, welche bei den verschiedenen Transportmethoden zu erreichen ist, so war bei den früheren Methoden des Einschnittsbetriebes und der Schüttungen die Leistung auf Interimsgleisen nicht so grofs, wie die in einzelnen Fällen mit Karren erzielte. Die neueren Methoden haben hierin aber einen solchen Umschwung hervorgebracht, dafs kaum eine Grenze der Leistung auf Interimsbahnen, innerhalb der in der Praxis überhaupt zu stellenden Forderungen, zu bestehen scheint.

Nach Obigem ist der Schiebkarrentransport, welcher bei Anfang und bei Vollendung gröfserer Arbeiten, bei Reparaturen, beim Hinterfüllen von Bauwerken und mitunter auch bei tief gelegenen Seitenentnahmen seine Bedeutung behält — bei Entfernungen von mehr als etwa 80 m nur dann noch günstig, wenn die zu fördernde Masse zu gering ist, um dafür eine andere Transportmethode einzuführen. Bei gröfseren Weiten hat der Transport auf Schienengleisen die Regel zu bilden; die Wahl der dabei anzuwendenden Motoren richtet sich nach der Entfernung und den Fördermassen.

Der Handkippkarrentransport wird nur in Fällen Vorteile bieten, wo nach Belegenheit der Arbeitsstelle die Anschaffung der Geräte und Materialien für vollkommenere Transportmethoden schwierig und teuer, oder wegen des geringen Förderquantums nicht lohnend ist.

Über den Einflufs der Steigungen und die Anwendung von schiefen Ebenen, Bremsbergen u. dergl. bei aufsergewöhnlichen Steigungen vergl. die Paragraphen 8, 13, 20 etc.

IV. Arbeiten am Auf- und Abladeorte.

§ 18. Einleitung. Dispositionen am Auf- und Abladeorte beim Schieb- und Karrentransport.

1. Bei der Disposition der Arbeiten an den Be- und Entladestellen ist das Streben darauf zu richten, am Gewinnungsorte möglichst viele Angriffspunkte zur Entnahme der Erde zu schaffen, um jede erforderliche Anzahl von Transportgefäfsen gleichzeitig laden zu können und an den Schüttstellen für die Möglichkeit einer schnellen Entladung zu

sorgen, um den regelmäfsigen Fortgang der übrigen Arbeiten nicht zu stören. Bei der Gewinnung des Bodens aus Seitenentnahmen, deren zweckmäfsige Wahl meist von dem Ermessen der Bauverwaltung abhängt, sowie bei der Anschüttung gröfserer Flächen für Bahnhöfe oder behufs Aussetzens von Boden, ist die Disposition in der Regel eine einfachere und leichtere als bei der Herstellung der gewöhnlichen Bahneinschnitte und Dämme, deren verhältnismäfsig geringe Breite die Anlage ausreichender Be- und Entladestellen oft in hohem Mafse erschwert.

Bei der Bildung langgestreckter Einschnitte sollte man vor allem bestrebt sein, dieselben schnell der Länge nach aufzuschlitzen, um lange Fahrten zum Aufstellen der Transportgefäfse herrichten zu können. Dieser Zweck wird in leichteren Bodenarten am einfachsten erreicht, indem man an der Terrainoberfläche beginnend, zuerst flache Gruben aushebt und diese allmählich durch Senken der Sohle bis auf das Planum hinabführt. Solch eine Methode findet aber auch ihre Begrenzung in den Gefällverhältnissen des Terrains, indem für jede Transportart ein Maximalgefälle nicht überschritten werden darf, wenn man nicht besondere Vorrichtungen, wie Bremsberge u. dergl. anwenden will.

Durch die in neuerer Zeit aufgekommene Methode des englischen Einschnittbetriebes werden die aus den Gefällverhältnissen sich ergebenden Schwierigkeiten bei gleichzeitiger Gewinnung anderer Vorteile vermieden.

Auch bei Herstellung der Aufträge wird man in der Regel die Schüttstellen in genügender Zahl und Ausdehnung bei denjenigen Methoden am leichtesten erhalten, welche die Bildung der Dämme in verhältnismäfsig niedrigen Schichten unter gleichzeitiger Inangriffnahme grofser Längen bezwecken. Aber auch diese Methode wird in schnell wechselndem Terrain nicht ohne weiteres ausführbar sein und häufig dem Vortreiben des Dammes im vollen Profil oder unter Zuhülfenahme von Sturzgerüsten den Platz räumen müssen.

Von grofser Bedeutung für den Fortgang und die Güte der Arbeiten ist die Wasserableitung aus den Arbeitsstellen, indem dadurch die Arbeiten des Be- und Entladens erleichtert werden und der Boden, weil er trockener in den Damm kommt, weniger leicht Veranlassung zu Dammrutschungen gibt. Die Abgrabungen sind deshalb mit einer mäfsig ansteigenden Sohle anzulegen und durch Gräben zur Ableitung des Tage- und Quellwassers trocken zu halten; fremde Zuflüsse sind abzufangen und nasse Terrainstellen vor Inangriffnahme der Arbeiten zu entwässern.

Die Arbeitsdispositionen an den Be- und Entladestellen werden naturgemäfs um so einfacher, je leichter und handlicher die Transportgefäfse sind. Bei gröfseren Gefäfsen, bei komplizierter Konstruktion derselben und der Bahnen, auf welchen sie sich bewegen, steigern sich die Schwierigkeiten, einen geregelten Arbeitsbetrieb einzuführen und zu erhalten.

Wie derselbe für die verschiedenen Transportarten sich gestaltet, mag in Folgendem weiter betrachtet werden.

2. Schiebkarrentransport. Die geringe Entfernung, bis zu welcher diese Transportart zweckmäfsig ist, beschränkt deren Anwendung, wenn sie nicht lediglich zur Vorbereitung eines anderen Transportes dienen soll, auf ganz kurze Einschnitte.

Hat hierbei das Terrain in der Längenrichtung der Bahn kein wesentlich stärkeres Gefälle als das für die Karrfahrten zulässige Maximalgefälle von etwa 1:10, so wird man die Fahrten der Bahnrichtung annähernd parallel, zunächst auf die Oberfläche des Bodens legen und allmählich vertiefen, bis man eine so hohe Einschnittswand gebildet hat, wie sie nach der Bodenbeschaffenheit noch zulässig und für die Entnahme des

Bodens zweckmäſsig ist, in der Regel 3 bis 4 m. Hiernach erfolgt die Erweiterung des Einschnittes unter seitlicher Verschiebung der Fahrten und bei tieferen Einschnitten die Wiederholung desselbens Verfahrens, bis man durch schichtenweises Abarbeiten das Planum hergestellt hat.

Bei starkem Längengefälle des Terrains kann man, um eine gröſsere Längenentwickelung für die Fahrten zu erhalten, die Ladestraſsen rechtwinklig zur Bahnrichtung legen und etagenweise den Einschnitt vor Kopf abarbeiten.

An den Schüttstellen wird man entweder den Auftrag durch Kopfschüttungen im vollen Profile vortreiben oder, sofern bei hohen Dämmen die Beschaffenheit des Bodens die Anschüttung in voller Höhe nicht zweckmäſsig erscheinen läſst, dieselbe in mehreren Absätzen ausführen.

Zum Abgleichen des abgestürzten Bodens bis zur Höhe der Fahrt und zum Verlegen der Dielen werden bei jeder Fahrt ein oder mehrere Arbeiter je nach der Anzahl und Stärke der Kolonnen angestellt.

Soll bei Dammschüttungen in der Ebene der erforderliche Boden durch Ausschachtung des Terrains neben der Bahn gewonnen und mit Schiebkarren auf ansteigende Fahrten in den Auftrag gebracht werden, so pflegt man in der Regel die letzteren mit Steigungen bis 1:10 schräg zur Bahnrichtung an den Böschungen anzuordnen und um jede unnötige Hebung des Materials zu vermeiden, den Damm in so dünnen Schichten anzuschütten, daſs nur noch ein bequemes Entleeren der Karren ohne zu häufiges Verlegen der Fahrten möglich bleibt, in der Regel 1 bis 1½ m.

Auch bei solcher Anlage der Seitenentnahmen wird, obwohl die direkte Transportweite meist nur gering ist, statt des Schiebkarrentransportes häufig und zweckmäſsig ein Transport auf Interimsgleisen angeordnet.

Bei Bahnanschnitten und hochgelegenen Seitenentnahmen ist die Disposition eine so einfache und durch die örtlichen Verhältnisse vorgezeichnete, daſs es weiterer Mitteilungen hierüber nicht bedarf.

3. Beim Handkippkarrentransport geschieht die Förderung des Bodens, wie schon früher erwähnt, meist nicht in Kolonnen, sondern es werden die Karren, sobald sie von den dazu gehörigen Arbeitern beladen sind, einzeln von den Ladestellen auf die nach der Schüttstelle führende Bahn und auf dieser weiter gefahren. Kurz vor dem Absturzpunkte endet die Fahrbahn in eine, aus dicht aneinander schlieſsenden quer gelegten Bohlen bestehende Platform, auf welcher die Karren umgekippt und gewendet werden. Mit dem Vorrücken der Schüttung wird der Bohlenbelag, indem die Bohlen hinten fortgenommen und vorn vorgelegt werden, ebenfalls vorgerückt, sodaſs die Kippkarren immer bis an den Schüttkopf gefahren werden können.

Der Damm wird dabei in der ganzen Breite vorgetrieben und je nach seiner Höhe und der Beschaffenheit des Auftragsmaterials gleich in voller Höhe oder in mehreren Etagen geschüttet.

Im Einschnitte pflegt man die Disposition in der Regel so zu treffen, daſs der Boden absatzweise abgetragen wird. Die Höhe der einzelnen Absätze nimmt man 3 bis 4 m, mitunter auch, namentlich bei Felsboden, gröſser. Dabei können gleichzeitig verschiedene Terrassen in Angriff genommen werden. Die Abtragswände, an deren Fuſs die Karren geladen werden, ordnet man rechtwinklig zur Längenrichtung des Einschnittes an oder um eine gröſsere Anzahl von Ladestellen zu erhalten, schräg dazu. Fig. 19, Taf. XIII zeigt ein Beispiel solcher Arbeitsanordnung.

Das im Eingange dieses Kapitels besprochene Verfahren, den Einschnitt der Länge nach aufzuschlitzen und die Fahrten allmählich tiefer zu legen, findet für Kippkarrenbetrieb nur selten Anwendung, weil für lange Arbeitsstrecken, für grofse Transportweiten dieser Betrieb überhaupt nicht geeignet ist und weil das häufige Vorrücken und Tieferlegen der Transportbahnen, welches bei Schiebkarrenfahrten und Interimsgleisen leicht zu bewerkstelligen ist, hier viel Arbeit und mancherlei Mifsstände herbeiführt.

Bei Seitenentnahmen und seitlichen Ablagerungen ist der Betrieb ähnlich wie bei den Bahneinschnitten und Dämmen, die Dispositionen werden hier meist noch einfacher, weil man in der räumlichen Ausdehnung der Arbeitsstellen weniger beschränkt ist.

4. Beim Pferdekarrentransport ist die Arbeitsdisposition nicht wesentlich von der beim Handkippkarrentransport verschieden, indem nur auf der Hauptbahn ein Ersatz der Menschenkräfte durch Pferde stattfindet, die Bewegung der Karren von den Gewinnungsstellen zur Hauptbahn und von dieser nach der Schüttstelle aber durch Arbeiter bewirkt wird.

§ 19. Dispositionen am Gewinnungsorte beim Transport auf Interimsgleisen.

Bei der älteren Methode des Einschnittsbetriebes pflegte man eins oder mehrere Arbeitsgleise stumpf vor die Abtragswand zu legen und durch Entnahme des Bodens vor Kopf den für die Verlängerung der Gleise erforderlichen Raum zu schaffen. Das Erweitern des Einschnittes konnte dann durch Abtragen des Bodens zur Seite der Gleise und durch seitliches Beladen der Erdtransportwagen geschehen. Hierbei hing der Fortschritt der Arbeit von dem Vorrücken des Gleises ab und da in dem beschränkten Raume vor dem Gleise nur wenige Arbeiter Platz fanden, auch der ganze zur Bildung des ersten schmalen Durchstiches abzutragende Boden zur Zeit immer nur auf einen, den ersten am Ende des Schienengleises aufgestellten Wagen geladen werden konnte, so war die Leistung bei diesem Verfahren sehr schwach. Eine geringe Beschleunigung des Fortganges erreichte man wohl dadurch, dafs man den vor Kopf abgetragenen Boden mittels Schiebkarren auf mehrere Wagen verteilte oder auch den oberen Teil des Abtragsbodens vorläufig zur Seite aussetzte und später bei Erweiterung des Einschnittes verfuhr (siehe Fig. 20, Taf. XIII). Immer aber blieb die Leistung mangelhaft.

Die in leichteren Bodenarten jetzt meist angewandte Methode besteht darin, dafs man gleich beim Beginn der Arbeit eine gröfsere Länge des Einschnittes in Angriff nimmt, indem man die Arbeitsgleise entweder auf das natürliche Einschnittsterrain oder bei zu starkem Längengefälle in dazu vorbereitete Gräben legt, den Boden zur Seite des Gleises ausschachtet und mit den Transportwagen fortbewegt, dann das Gleis senkt und so fortfahrend es möglichst schnell bis zu einer Tiefe hinabzubringen sucht, bei der sowohl eine für die Bodenentnahme günstige Höhe der Erdwand entsteht, als auch eine für den Transport der Wagen vorteilhafte Neigung.

Für den raschen Fortgang der Arbeiten ist die zeitige Herstellung der Arbeitsgleise auf gröfsere, zur Aufnahme jeder etwa erforderlichen Anzahl von Erdwagen genügende Längen, von so grofser Bedeutung, dafs man zur Erreichung dieses Zweckes die Ausführung einzelner provisorischer Arbeiten an Auf- und Abträgen nicht zu scheuen braucht.

Die Lage der Arbeitsgleise, wie sie hiernach im Längenprofil sich ergibt, ist in Fig. 21, Taf. XIII angedeutet. Anfangend mit der durch 1 bezeichneten Neigung wird dieselbe durch allmähliches Senken der Bahn nach den Richtungen 2, 3, 4 u. s. f. bis

auf diejenige Neigung ermäfsigt, welche für den Arbeitsbetrieb als günstig angesehen wird und darauf in paralleler Richtung fortschreitend die Bahn nach und nach bis auf das Planum gesenkt. — Ein zu starkes Gefälle ist für die Arbeitsgleise nicht vorteilhaft, weil beim Bergabfahren die Wagen leicht gefährliche Geschwindigkeiten annehmen. Bei der Förderung der Erdwagen durch Arbeiter ist ein Gefälle der Gleise, auf welchen die Wagen eben anfangen, durch eigenes Gewicht sich zu bewegen, am bequemsten, weil hierbei die Wagen leicht vom Ladeorte entfernt und die leeren Wagen wieder an ihren Platz geschoben werden können. Die Hemmung der bergabfahrenden Wagen ist dabei auch durch unvollkommene Bremsvorrichtungen zu erreichen. Wenn bei kleineren Transportwagen der Bewegungswiderstand je nach dem Zustande der Wagen und der Bahn in der Regel zwischen $\frac{1}{100}$ und $\frac{1}{150}$ schwankt, so würde also auch zwischen diesen Grenzen die günstigste Neigung der Bahn liegen.

Bei Lokomotivbetrieb ist meist ein geringeres Gefälle vorteilhafter, weil bei dem Schieben längerer Züge von leeren Wagen auf zu starken Steigungen leicht Betriebsstörungen durch Aussetzen von Wagen etc. entstehen.

Die Grenze der Steigung, bis zu welcher die Gleise angelegt werden können und beim Beginn der Arbeit vor Herstellung des regelmäfsigen Betriebes oft angelegt werden, ist etwa 1:30, unter günstigen Verhältnissen noch gröfser.[37])

Das Senken der Gleise wird je nach der Bodenart in verschiedener Weise ausgeführt. — In Sand und anderen leichten Bodenarten pflegt man den Boden zu beiden Seiten des Gleises und zwischen den Schwellen abzugraben und direkt in die Wagen zu laden; dabei bleiben unter den Schwellen nur schwache Sandpfeiler stehen, welche eben genügen, das Gleis zu tragen. (Fig. 22, Taf. XIII). Zuletzt werden auch diese beseitigt und das Gleis senkt sich bis auf die Sohle der Grube. Da diese Arbeit rasch von statten geht und dem Gleise in Sandboden leicht wieder eine sichere Lage gegeben werden kann, so wird, um beim Aufladen den Boden nicht auf grofse Höhen heben zu müssen, die jedesmalige Senkung des Gleises zweckmäfsig auf ein geringes Mafs von etwa 0,5 bis 0,7 m beschränkt.

In schwererem Boden würde die Beseitigung der Erdpfeiler mühsamer sein und deshalb pflegt man hier neben dem Gleise eine Grube auszuheben, in welche das Gleis nach Entfernung des Bodens vor den Schwellköpfen mit Brechstangen hinabgeschoben wird. Weil die Verschiebung und Unterstopfung des Gleises mehr Arbeit erfordert, als bei leichtem Boden das vertikale Senken, so wird man diese Arbeit seltener vornehmen, das Mafs, um welches jedesmal das Gleis tiefer gelegt wird, also gröfser nehmen, etwa 1 m. — Unter Umständen kann es sich empfehlen, die Gruben noch tiefer auszuheben. Die Beschaffenheit des Bodens und andere örtliche Verhältnisse sind dabei mafsgebend; in jedem Falle wird die günstigste Arbeitsmethode sich bei der Arbeit selbst bald herausstellen.

In der beschriebenen Weise werden absatzweise die Gleise bis zu einer Tiefe gesenkt, bei welcher man eine für die Bodengewinnung zweckmäfsige, aus Sicherheitsrücksichten noch zulässige Höhe der Erdwand erreicht hat, welche dann bei seitlicher Verschiebung der Gleise allmählich abgetragen wird. Für die leichte Gewinnung des

[37]) In einem Einschnitte der hannoverschen Südbahn erwies sich eine Steigung von 1 : 24 für den Transport durch Lokomotiven zu steil. Nachdem dieselbe auf 1 : 30 ermäfsigt war, konnten alte Maschinen der normalen Spur die Steigung mit 9 leeren Wagen, jeder von 70 bis 80 Ctr. Gewicht, bei einem Anlaufe von 140 bis 190 m auf der vorliegenden Steigung von 1 : 64, mit 90 bis 100 Pfd. Dampfdruck pro Quadratzoll überwinden. Vergl. Zeitschr. d. hannov. Arch.- u. Ing.-Ver. Jahrg. 1855, S. 39.



Bodens ist im allgemeinen eine hohe Erdwand günstig, weil man durch Unterhöhlung des Bodens und darauf folgendes Abkeilen oder in ähnlicher Weise um so gröfsere Massen mit einem Male lösen kann, je höher die Arbeitswand ist. Das Mafs der Höhe findet aber sehr bald eine Beschränkung durch Rücksichten auf die Sicherheit der Arbeiter, welche durch den herabstürzenden Boden leicht beschädigt werden können.

In Sandboden mit so geringer Kohäsion der einzelnen Teile, dafs die frischen Wände selbst auf kurze Zeit nicht steil stehen, ist die Höhe fast eine unbeschränkte. In schweren Bodenarten wird man je nach örtlicher Beschaffenheit die Höhe der steilen Wände auf das Mafs von etwa 3 bis 5 m einschränken, um die Gefahr für die Arbeiter nicht in unstatthafter Weise zu steigern. Eine gewisse Vorsicht ist immer, namentlich in Lettenboden geboten, aber auch leicht auszuüben, wenn man die Wandhöhe nicht über dasjenige Mafs ausdehnt, bei welchem die Möglichkeit sorgsamer Beobachtung aufhört.

Für Felsboden läfst sich eine Grenze allgemein nicht angeben, da zwischen denjenigen Arten, die bis zu jeder beliebigen Höhe sich vertikal halten und den mit weichen Schichten durchsetzten Trümmergesteinen, welche in ihrem Verhalten dem gefährlichsten Lettenboden gleichkommen, eine unendliche Reihe von Abstufungen besteht.

In leichtem Boden wird man in der Regel das Gleis soweit an den Fufs der Böschung rücken, dafs von hier der Boden direkt in die Wagen geladen werden kann (siehe Fig. 25, Taf. XIII). In schwerem Boden, der eine Zeit lang mit vertikalen Wänden steht, auch in Felsboden empfiehlt sich oft die Herstellung eines Ladebanketts in Höhe der Wagen, über welche der von den Böschungen abgearbeitete Boden, ohne ihn so hoch wie im anderen Falle heben zu müssen, in den Wagen gebracht werden kann, (siehe Fig. 26, Taf. XIII). Hat solche Platform eine gewisse Breite erlangt, so mufs der untere mit vertikaler Wand stehende Teil des Bodens entfernt und das Gleis der Hauptwand näher gerückt werden. In festem Felsen mufs sich der Arbeitsbetrieb nach den Lagerungsverhältnissen des Gebirges richten.

Das Senken der Gleise und das Eindringen in die Steinschichten vor Kopf bietet grofse Schwierigkeiten und ist thunlichst einzuschränken.

Zeigt das Gestein ein starkes Einfallen der Schichten und ein der Bahnachse annähernd paralleles Streichen derselben, so wird man mit Vorteil an der Seite des Einschnittes, wohin die Schichten fallen, eine Rösche herstellen (siehe Fig. 23, Taf. XIII).

Durch ein Absprengen der Bänke am unteren Teile erreicht man dann für die oberen Partien ein sehr günstiges Arbeiten.

Eine ähnliche Art die Schichten abzubauen ist bei Einschnitten und Anschnitten längs steiler Berglehnen anzuwenden, indem man die Förderwege (Fig. 24, Taf. XIII) in einer oder mehreren Etagen seitlich einschneidet. Dabei wird es häufig zweckmäfsig, etwa in der Höhe der Einschnittssohle eine Transportbahn aufserhalb des Einschnittsprofiles anzulegen.

Streichen die Gesteinsschichten mit starkem Einfallen schräg oder annähernd quer zur Bahnrichtung, so ist die Herstellung langer Arbeitsstrecken schwierig. In solchen Fällen kann man den Einschnitt, im Längenschnitt, terrassenförmig abbauen, eventuell unter Einrichtung von Bremsbergen, wenn die Transportbahnen für den gewöhnlichen Betrieb zu starke Neigungen erhalten sollten.

Diese Betriebsart gestattet die Anlage vieler Angriffsstellen und grofser freier, für die Sprengarbeiten günstiger Arbeitsräume. Sie wird daher bei felsigen Einschnitten häufig angewendet, wenn nicht der neuerdings in Aufnahme gekommene englische Einschnittsbetrieb Vorzüge bietet.

Was die Anlage der Gleise an den Gewinnungsorten betrifft, so werde zunächst bemerkt, dafs je kürzer die Zeit ist, in welcher die Wagen beladen werden können, desto geringer auch die Anzahl der Ladestellen zu sein braucht. In schwerem Boden werden die Einrichtungen daher komplizierter als in leicht zu gewinnendem Boden.

Die Anlage der einfachsten Art ist die, dafs ein Ladegleis *A B* (Fig. 1, Taf. XV), an den Fufs der Böschung gelegt und mit dem Fortschritt der Bahnarbeiten allmählich seitwärts verrückt wird. Bei gröfseren Transporten mit Lokomotiven wird man dann an geeigneter Stelle aufserhalb der Ladeorte noch ein Ausweichegleis *C D* anlegen und die Bewegung der Wagen in folgender Weise vornehmen. Ein beladener Arbeitszug stehe bei *A B*, ein leerer sei von der Maschine in das Ausweichegleis *C D* gefahren. Die Maschine holt sodann den vollen Zug aus dem Einschnitte, setzt ihn zwischen *C* und *D*, schiebt den leeren, unter Benutzung der Weichen *D* und *C*, in den Einschnitt, kehrt zurück und schiebt den vollen Arbeitszug nach dem Abladeorte. Die an der Ladestelle *A B* beschäftigten Arbeiter benutzen die mit dem Rangieren der Züge verstreichende Zeit, um den Boden vorzubereiten und kleine Arbeiten am Gleise vorzunehmen. Wird hierbei die Disposition so getroffen, dafs, sobald ein Zug beladen ist, auch schon ein leerer Wagenzug an der Ausweichestelle *C D* bereit steht, so ist bei leichtem Boden und günstigen Steigungsverhältnissen, welche die Bildung langer Züge gestatten, mit dieser einfachen Einrichtung eine bedeutende Leistung zu ermöglichen. Man vergleiche hierüber das in § 11 angeführte Beispiel.

Wird die Einrichtung mehrerer Ladestellen erforderlich, so kann dieselbe nach Fig. 2, Taf. XV für 2 Arbeitsstellen *A B* und *E F* oder nach Fig. 3, Taf. XV für 4 Stellen gewählt werden.

Die Bewegungen der Maschinen und Züge sind dabei ähnlich wie im ersten Falle. Das Hauptgleis mit den Weichen bleibt möglichst lange unverändert liegen, die Ladegleise werden mit der Erweiterung des Einschnittes seitlich verrückt. Bei einer sehr grofsen Anzahl von Ladestellen, welche in schwer zu gewinnendem Boden wegen der langen Zeitdauer des Beladens jedes Wagens oft nötig wird und bei gleichzeitiger Bearbeitung des Abtrages in mehreren Terrassen, ist eine Anordnung nach dem in Fig. 4, Taf. XV skizzierten Prinzip wohl angewandt.[38])

---

[38]) Als Beispiel einer Disposition für den Transport mit Pferden, bei welchem die einzelnen Züge aus einer geringeren Anzahl von Wagen bestehen, führen wir die des Adendorfer Einschnittes auf der Lüneburg-Hohnstorfer Bahn hier an (vergl. Zeitschr. d. hannov. Arch.- u. Ing.-Ver. Jahrg. 1865. Mitteilung von Mohr).

Die Ladegleise, welchen man nach der Terrainbildung anfangs das starke Gefälle von 1 : 30 geben mufste, wurden möglichst rasch gesenkt, bis sie das Gefälle 1 : 100 erhielten. An jedem inneren Einschnittsrande lagen zwei Ladegleise, deren Enden durch Weichen verbunden waren. Zur Zeit stand immer ein Paar dieser Gleise, z. B. *a* und *b* Fig. 27, Taf. XIII mit den beiden Transportgleisen *e* und *f* (*e* für leere, *f* für volle Wagen) in Verbindung, während das zweite Paar aufser Betrieb blieb.

Die leeren Wagen wurden nun über die Gleise *e* und *a* bis ans Gleisende gefahren und durch die Weiche *g* in das Ladegleis *b* bis an den am Ladeplatze *h* haltenden Zug geführt. Die beladenen Wagen am vorderen Ende dieses Zuges wurden, von Bremsern begleitet, mit einer Geschwindigkeit, die ohne Nachteil für die Wagen 8' (= 2,325 m) nicht übersteigen durfte, nach dem Halteplatze am Beginn des Gefälles hinabgelassen und von hier mit Pferden weiter gezogen.

Indem die leeren Wagen fortwährend hinter den am Ladeorte stehenden Zug gestellt wurden, während die vollen Wagen den Zug vorn verliefsen, bewegte sich der Ladeort langsam bergauf. In dieser Richtung ging eine Arbeiterkolonne voraus, um den Boden zu lösen. Zum Laden waren für jeden Wagen zwei Arbeiter angestellt, die, sobald sie einen Wagen vollständig beladen hatten, nach dem ersten leeren Wagen am hinteren Ende des Zuges gingen und diesen beluden. Wenn der Ladeort die Weiche *g* erreicht hatte, wurde der ganze Zug bis ans untere Ende des Ladegleises langsam hinabgelassen.

§ 20. Bremsberg.

In Fällen, wo das Terrain so bedeutend ansteigt, dafs die Gleise ein für den gewöhnlichen Rollwagenbetrieb unzulässiges Gefälle erhalten würden, wendet man mit Vorteil den Seilbetrieb an. Dabei werden die Wagen auf zwei nebeneinanderliegenden schiefen Ebenen mittels eines Seiles, welches am oberen Ende um eine oder mehrere

---

Sobald der Ladeort neben dem Gleise *b* erschöpft war, nahm man *b* für die leeren Wagen, *a* als Ladegleis und von den beiden Transportgleisen *e* für die vollen, *f* für die leeren Wagen in Benutzung. Nachdem auch auf dem Gleise *a* nicht mehr geladen werden konnte, setzte man *a* und *b* aufser Betrieb und förderte auf den Gleisen *c* und *d*.

Während die Bodenförderung auf dem einen Gleispaar geschah, wurden die anderen beiden Gleise gesenkt. War das Gefälle von 1 : 100 erreicht, so wurde der mittlere Teil des Einschnittes, den man bis dahin hatte stehen lassen, um das Senken der Gleise zu beschleunigen, unter Seitwärtsrücken der beiden inneren Gleise *b* und *c*, beseitigt und dann eins dieser beiden Gleise entfernt, um den Betrieb auf 3 Gleisen fortzusetzen, von denen jedes der Reihe nach als Transportgleis, dann als Ladegleis benutzt und endlich gesenkt wurde.

Die Enden der Gleise legte man mit ihren Verbindungsweichen, der fortschreitenden Senkung entsprechend, jedesmal soweit zurück, dafs sie auf dem natürlichen Terrain ausliefen und also für ihre Verlängerung keine Erdarbeiten erforderten.

Um jedoch die leeren Wagen nicht unnötig weit bergauf transportieren zu müssen, wurden die Ladegleise durch Verbindungsweichen in Abteilungen von etwa 50 Ruten (233 m) Länge zerlegt.

Das tägliche Förderquantum hat durchschnittlich 100 hannöversche Schachtruten = 640 cbm betragen. Die Wagen hatten 0,63 m Spurweite und 1 cbm Rauminhalt.

Dieser Betrieb erforderte einen grofsen Aufwand an Gleisen, wozu in dem vorliegenden Falle die Materialien aus alten Vorräten entnommen werden konnten.

Als Beispiel einer anderen Arbeitsmethode diene folgendes den Mitteilungen im 3. Supplementbande zu Organ f. d. F. d. E.-T. über die Gebirgsstrecke Haan-Opladen der Berg.-Märkischen Bahn entlehntes:

Der betreffende Einschnitt in Sandboden hatte eine gröfste Tiefe von 35' (= 11 m), die Massen von 31 000 Schachtruten = 138 000 cbm mufsten bei 1 : 160 Gefälle auf 250° = 940 m mittlere Transportweite in den anschliefsenden Damm von 8 bis $12^1/_2$ m Höhe gefördert werden.

In der abzutragenden Strecke wurde zuerst mit Hand- und Kippkarren ein Einschnitt von etwa 2 m Sohlenbreite gebildet und der Boden zur Herstellung eines Dammes in der Höhe des definitiven Planums und in der für 2 Fördergleise mit Zubehör erforderlichen Breite verwandt. Nachdem so zwischen der Stirnwand im Einschnitte und der Sturzstelle eine Entfernung von 100° = 376 m erreicht war, führte man die Kippwagenförderung ein.

Da das Vortreiben des Einschnittes vor Kopf durch direktes Laden in die Kippwagen nicht schnell genug von statten ging, so wurden die oberen Massen mit Handkarren auf die weiter abstehenden Wagen geschafft, inzwischen auch der niedrige Teil des Einschnittes am neutralen Punkte mit Hand- und Kippkarren in der vollen Breite ausgefahren.

Die Kippwagen (Seitenkipper) hatten 0,75 m Spurweite und 60 cbfufs = 1,86 cbm Fassungsraum. Der anfangs aus 40 Stück bestehende Wagenpark war in 2 Abteilungen zerlegt und jeder dieser Teile zu 4 Zügen à 5 Wagen formiert. Zur Förderung wurden 8 Pferde benutzt.

Fig. 15.

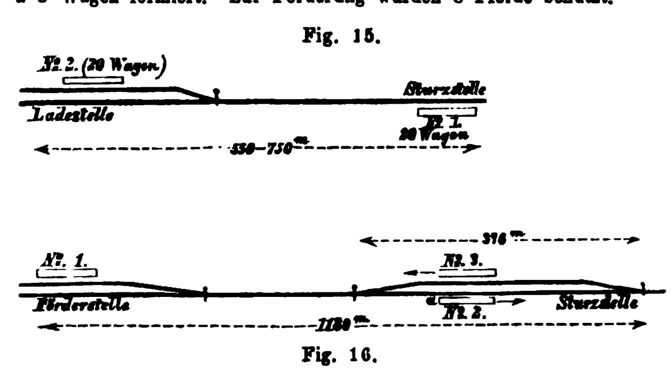


Fig. 16.

Die Kippwagenfahrt war, wie in Fig. 15 dargestellt, geordnet; im Einschnitt lagen zwei getrennte Gleise, die am Ende derselben zu einem sich vereinten, welches bis zur Sturzstelle fortgeführt war.

Der Betrieb auf dieser Bahn war einfach so geordnet, dafs die Pferde den beladenen Zug No. 1 zur Sturzstelle (mit Sturzgerüst) brachten, dort das Entladen abwarteten, den leeren Zug No. 1 zum Einschnitte zurückbrachten und nun ohne Zeitverlust den inzwischen beladenen Zug No. 2 zur Abladestelle beförderten u. s. f.



Scheiben geführt ist, hinaufgezogen und hinabgelassen. Die bergab fahrenden vollen Wagen ziehen dabei die leeren Wagen hinauf, wobei ihre Geschwindigkeit durch eine an der Seilscheibe angebrachte Bremsvorrichtung gemäfsigt wird.

Die zur Verwendung kommenden Seile sind meist Drahtseile, die für diesen Zweck eine Inanspruchnahme von 12—15 kg pro qmm Eisendraht zulassen. Den Windetrommeln soll man bei Anwendung von Drahtseilen einen Durchmesser geben, der wenigstens 30mal so grofs als der des Seiles ist; bei starkem Gebrauche macht man sie wesentlich gröfser, dem 100—150fachen der Seilstärke gleich. Bei Anwendung von Hanfseilen wird das 6—8fache ihres Durchmessers als zulässiges Mafs für den Trommeldurchmesser erachtet, aber auch hier empfiehlt sich bei starkem Gebrauch gröfsere Trommeln zu nehmen.

Hierbei konnten täglich im Sommer 16 Züge, im Winter 11 bis 12 Züge gefördert werden; oder bezw.

$$16 . 20 . {}^2/_5 = 128 \text{ Schachtruten} = 570 \text{ cbm und}$$
$$12 . 20 . {}^2/_5 = 96 \quad „ \quad = 430 \text{ cbm.}$$

Zum Beladen waren für je 2 Wagen 3 Lader und 1 Hacker gestellt.

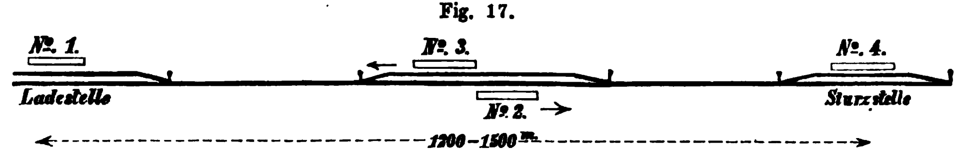
Bei einer Ausdehnung der mittleren Transportweite auf ca. 300° = 1130 m wurde die Zahl der Förderwagen und der Pferde um die Hälfte vergröfsert, indem man noch einen dritten Zug von 20 Wagen zufügte. Gleichzeitig wurde auf dem Damme noch ein Nebengleis angeordnet (siehe Fig. 18) und der Arbeitsbetrieb war jetzt folgender: Der beladene Zug No. 2 war durch 8 Pferde bis zur Weiche bei *a* gebracht, welche pp. 100° = 376 m vor dem Sturzgerüste sich befand. — Hier übernahmen diese 8 Pferde den leeren Zug No. 3, während die 4 Pferde, welche letzteren Zug in 2 Gängen von der Sturzstelle bis zur Weiche bei *a* gebracht hatten, den Zug No. 2 weiterschleppten, was durch ein stärkeres Gefälle, welches man der Bahnkrone vorläufig gab, für diese Anzahl von Pferden möglich gemacht wurde. Zug No. 2 fuhr also zur Sturzstelle, Zug No. 3 in den Einschnitt. Bei Ankunft des letzteren war der Zug No. 1 beladen und zur Abfahrt fertig, die 8 Pferde, welche den Zug No. 3 gebracht hatten, wurden vor Zug No. 1 gespannt und führten ihn in die Ausweichstelle bei *a*, wo der beschriebene Pferdewechsel sich wiederholte.

Die tägliche Förderung betrug bei dieser Einrichtung und ungestörtem Fortgange der Arbeiten im Sommer 14 Züge, im Winter 10; oder bezw.

$$14 . 20 . {}^2/_5 = 112 \text{ Schachtruten} = 500 \text{ cbm und}$$
$$10 . 20 . {}^2/_5 = 80 \quad „ \quad = 355 \text{ cbm.}$$

Die lange eingleisige Fahrt zwischen Lade- und Sturzstelle setzt eine grofse Regelmäfsigkeit im Betriebe voraus; da aber Störungen sich nicht vermeiden lassen und diese mit zunehmender Fahrlänge sich mehren, so empfahl es sich zwischen Auf- und Abladestelle noch eine Ausweichung (siehe Fig. 17) anzulegen, welche bei 1200 bis 1500 m Transport mit 60° = 225 m genügte, bei 1900 bis 2200 m Transport auf die doppelte Länge, also etwa 450 m gebracht wurde. Bei diesen Transportweiten wurden zugleich der Wagenpark um 20 Wagen verstärkt und aus diesen ein vierter Zug gebildet. — Der Betrieb gestaltete sich dabei, wie in Fig. 17 angedeutet ist.

Fig. 17.



Die Förderung betrug pro Tag im Sommer 12, im Winter 8 Züge; oder bezw.

$$12 . 20 . {}^2/_5 = 96 \text{ Schachtruten} = 430 \text{ cbm und}$$
$$8 . 20 . {}^2/_5 = 64 \quad „ \quad = 285 \text{ cbm.}$$

Die Entladung der Wagen erfolgte unter Anwendung eines ca. 25 m langen Sturzgerüstes, welches mit einem Ende auf dem Dammkopf ruhte, in der Nähe des anderen Endes durch ein Bockgerüst unterstützt wurde.

Die Abstürzung der Massen wurde immer nur gleich hinter dem Kopfe des Dammes vorgenommen und der entleerte Wagen dann auf der Bühne vorgeschoben, um für den nächstfolgenden Wagen Raum zu schaffen. — Das Entladen der Wagen, das Einplanieren der Massen und die Instandhaltung der Gleise an der Kippe erforderten in der Regel 6 bis 8 Mann (pro cbm etwa 0,2 Arbeitsstunden) — diese behielten indessen Zeit genug, um einen besonderen schmalen Damm als Unterlage für den Bock vorzustrecken, wo dies erfordert wurde.

Um das Gleiten der Seile auf den Trommeln zu verhüten, darf der Bogen, um welchen das Seil gelegt wird, nicht zu gering sein.[39]) Der aus der einfachsten Anordnung mit einer Trommel sich ergebende Halbkreisbogen genügt meist nicht. Um den Umfang zu vergröfsern kann man mehrere Trommeln anwenden, auch hohe Trommeln wählen zur Aufwindung der ganzen Seillänge, oder eine Trommel mit breiter glatter Rille, in welcher das mehrfach umschlungene Seil sich mit Hülfe von Führungsrollen verschieben kann. Erstere Methode ist die meist vorkommende.

Die Bremse wird zweckmäfsig am Umfange des Hauptrades angebracht und besteht aus bogenförmig gearbeiteten Holzklötzen, welche durch ein Scharnierband oder feste eiserne Kranzstücke mittels Hebel und oft auch Schrauben an den Scheibenumfang geprefst werden. Die Scheiben und Trommeln erhalten ihre Befestigung in einem hölzernen Rahmwerke, welches mit einem fest verstrebten Bockgerüst verbunden wird. Die Aufstellung geschieht an einem hohen Punkte im Einschnittsterrain oder seitwärts davon.

In Fig. 3—8, Taf. XIV, ist ein Bremsapparat dargestellt, welcher beim Bau der württembergischen Schwarzwaldbahn Anwendung gefunden hat.[40]) Von den beiden Seiltrommeln wird die gröfsere durch einen am Umfang aufgesetzten gufseisernen Kranz, gegen welchen mittels Hebelübersetzung und Schraube als Backen zwei Blechbänder mit eisernen Hirnholzklötzen angeprefst werden, gebremst. Auf dem Nebenrade ist noch eine in der Zeichnung fortgelassene schmiedeiserne Bandbremse aufgesetzt, um bei Schnee und Reif, wenn das Seil sehr glatt geworden und stellenweise ein Gleiten eingetreten ist, angewendet zu werden.

Es hat sich indessen gezeigt, dafs das schmiedeiserne Band bei starkem Anziehen während der Bewegung sehr warm wurde, in Wellenbewegung geriet und dadurch ein stofsweises Bremsen veranlafste; dasselbe konnte deshalb keine grofse Kraft aufnehmen während die Hauptbremse sehr gleichmäfsig und kräftig wirkte, sodafs der beladene mit Marschgeschwindigkeit abwärtsgehende Zug auf ein gegebenes Zeichen jederzeit zum Halten gebracht werden konnte.

Die Leitrollen zur Führung des Seiles in das Maschinenhaus haben 3 Fufs Durchmesser (0,847 m), die kleineren, in Abständen von 30—40 Fufs (8,6—11,5 m) zwischen den Schienen angebrachten, einen Fufs Durchmesser.

Für den Seilbetrieb ist hier zunächst eine Bahn mit 18% Steigung in den Berg geschlitzt, auf welcher mit jedem Zuge 10 beladene Kippwagen, 10 leere hinaufziehen sollten. Die Wagen wogen 13 Ctr. und hatten einen Fassungsraum von 1,2 cbm.

Das Drahtseil bestand aus 36 Drähten, à $3\frac{1}{2}$ mm stark, von bestem Holzkohleneisen.

Der Fortgang des Einschnittsbetriebes geschah durch Tieferlegung teils der eigentlichen Rampe, wobei die Zahl der Wagen entsprechend gesteigert wurde, teils der oberen

---

[39]) Die Anzahl n der Umwickelungen der Trommel, welche nötig ist, um das Seil nicht gleiten zu lassen, ist durch den Ausdruck $\frac{0,8}{\mu} . \log \frac{P}{Q}$ zu bestimmen, worin μ den Reibungskoeffizienten für Seile auf Trommeln (bei Drahtseilen pp. $= \frac{1}{4}$), P die am einen Ende des Seiles wirkende Kraft, Q die am anderen Ende wirkende Last bezeichnet. Die Steifigkeit der Seile ist dabei unberücksichtigt gelassen. Obiger Ausdruck entsteht aus:

$$P = e^{\mu . \alpha} . Q \text{ (s. Hütte, S. 130)}, \qquad \log . \frac{P}{Q} = \mu \alpha . \log e = \mu \alpha . \log . 2,71828.$$

$$\mu \alpha = \frac{1}{\log . 2,71828} . \log . \frac{P}{Q}, \qquad \alpha = \frac{1}{\mu . 0,397} . \log . \frac{P}{Q}, \qquad n = \frac{\alpha}{\pi},$$

$$n = \frac{1}{\mu . \pi . 0,397} . \log . \frac{P}{Q} = \frac{0,8}{\mu} . \log . \frac{P}{Q}.$$

[40]) Vergl. Zeitschr. d. hannov. Arch.- u. Ing.-Ver. Jahrg. 1870. Mitteilung von Hennings.

Ebene. In Fig. 1 u. 2, Taf. XIV, ist der Betrieb während des Übergangs von 14°/₀ auf 8°/₀ Steigung der Bahn dargestellt.

Zuletzt wurde auf 8°/₀iger Bahn mit 20 Wagen gefördert, bis eine 5°/₀ige Bahn eingeschlitzt war und Handtransport eintrat.

Sollen die Seilebenen zur Hebung des Abtragsbodens benutzt werden, sei es, dafs aus einem Bahneinschnitt Massen zur Seite ausgesetzt oder dafs aus einer tiefer gelegenen Seitenentnahme die Auftragsmassen gewonnen werden, so mufs, weil dann die beladenen Wagen aufsteigen, die leeren hinabfahren, eine besondere Förderkraft angewandt werden. In der Regel benutzt man in solchen Fällen eine Dampfmaschine, welche eine oder mehrere Seilrollen mit horizontaler Achse, um welche das Zugseil läuft, in Bewegung setzt. Am obersten Ende der Seilebene wird dann, um das Seil von einem Gleise nach dem anderen überzuführen, häufig ein Scheibenrad mit vertikaler oder geneigter Achse unter den Gleisen angeordnet.

§ 21. Englischer Einschnittsbetrieb.

Wesentlich abweichend von den bisher besprochenen Arbeitsmethoden an den Gewinnungsorten ist der sogenannte englische Einschnittsbetrieb, welcher zuerst in England angewandt, neuerdings eine grofse Verbreitung in Amerika, Italien, der Schweiz, Österreich und Deutschland gefunden hat. Zur Einrichtung dieses Betriebes wird längs der Bahnachse ein Stollen etwa in der Höhe der künftigen Einschnittssohle getrieben, in welchem die Erdtransportwagen aufgestellt und beladen werden. Über diesen Stollen werden der Länge nach an verschiedenen Stellen Schächte mit einer trichterförmigen Erweiterung des oberen Teiles hergestellt, siehe Fig. 18 u. 19. Indem nun die Arbeiter den Boden an den Wänden der Trichter abarbeiten, fällt derselbe durch die Schächte in die im Stollen bereitstehenden Wagen und wird mit diesen entfernt.

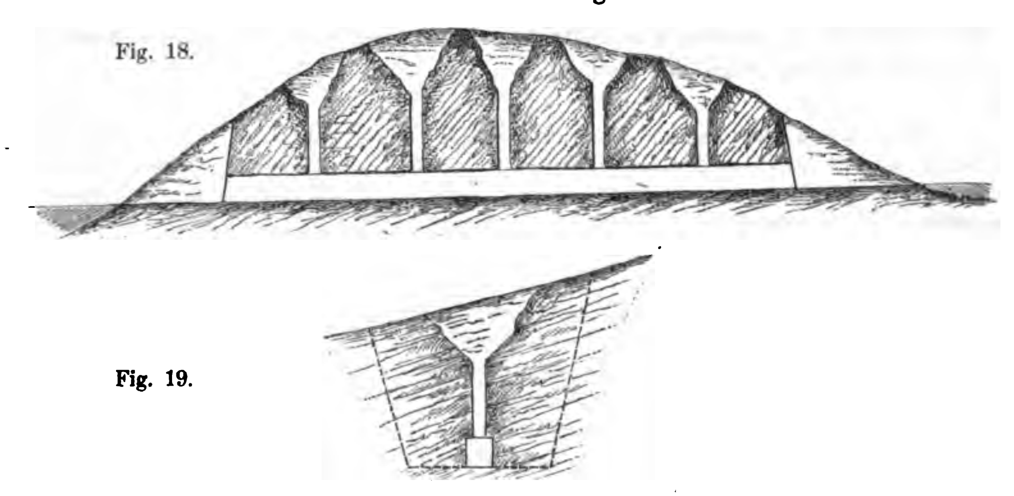

Fig. 18.

Fig. 19.

Die Schächte werden meist gleich beim Beginn der Arbeit mit in Angriff genommen, um mit Hülfe derselben den Stollenbetrieb forcieren zu können. Dem Stollen gibt man eine Höhe von 2 bis 2,5 m und eine Breite von 2,3 bis 2,8 m, den Schächten Querschnitte von etwa $1\frac{1}{2}$ qm.

Die wesentlichsten Vorteile des englischen Einschnittsbetriebes bestehen in der raschen Förderung der Arbeit und in der Ersparung an Gewinnungs- und Ladekosten.

Dadurch dafs bei dieser Methode der Einschnitt sofort der ganzen Länge nach in Angriff genommen werden kann, wird die Möglichkeit geboten, eine grofse Anzahl

von Arbeitsstellen zu schaffen und in einer, namentlich für Sprengarbeiten, günstigen Lage und Ausdehnung. Die Ladung des Bodens geschieht in der denkbar bequemsten Weise, indem jede Hebung des gewonnenen Materials vermieden wird, dasselbe vielmehr direkt in die Transportgefäfse fällt.

Das Ladegleis wird von vornherein da gelegt, wo es während der Dauer der Hauptarbeit liegen bleiben kann. Die Arbeiten der Gleisverlegung und Unterstopfung werden eingeschränkt, die Länge der Gleise und die Zahl der Weichen auf ein Minimum reduziert.

Die Trockenhaltung der Arbeitsstellen und die Entwässerung des abzugrabenden Terrains wird durch den tiefliegenden Stollen in ebenso vollkommener, wie einfacher Weise erreicht. Diesen Vorteilen gegenüber tritt als Nachteil nur die kostspielige Herstellung des Stollens und der Schächte, sodafs es von den Massen, auf welche sich die Kosten der bergmännischen Arbeiten verteilen, abhängt, ob für den betreffenden Fall der englische Betrieb ökonomisch vorteilhaft ist oder nicht.

An der Brennerbahn, wo mit diesem Betrieb grofse und überraschende Resultate erzielt sind haben nach Rziha[41]) verschiedene Unternehmer die Erfahrung gemacht, dafs der englische Einschnittsbetrieb sich bei desto geringeren Einschnittstiefen lohnt, je weicher das Gebirge ist, dafs bei zweigleisigen Bahneinschnitten in mildem und rolligem Gebirge er schon bei (4 Klafter) = 7 $^1/_2$ m Einschnittstiefe mit Vorteil anzuwenden ist und in Felseinschnitten je nach der Gesteinsfestigkeit von (6 bis 8 Klafter) pp. 11 bis 15 m Tiefe an.

Nach den beim Bau der österreichischen Nordwestbahn gemachten Erfahrungen eignet sich der englische Betrieb, abgesehen von den vorteilhaftesten Resultaten, die hierbei in Bezug auf die Arbeitsdauer erreicht werden, in bauökonomischer Beziehung ganz besonders für solches Einschnittsmaterial, welches die rasche Erweiterung der Entrichter durch leichte, möglichst selbstthätige Lockerung und Ablösung begünstigt, wie dies bei Schotter und Sand der Fall ist.[42])

---

[41]) Vergl. Rziha: „Der englische Einschnittsbetrieb, ein Beitrag zum Erdbau". An der Brenner Bahn ist u. a. ein 500 Fufs langer, 60 Fufs tiefer Lavaseinschnitt, welcher ca. 95 000 cbm enthielt, die auf durchschnittlich 700 Fufs Weite transportiert werden mufsten, mittels 3 Schächten binnen 6 Monaten hergestellt. Es betrug demnach bei 25 Arbeitstagen im Monat die tägliche Leistung etwas über 600 cbm.

Der Einschnitt bei Matrei, welcher ca. 47 000 cbm enthielt, wurde binnen 3 Monaten hergestellt; es wurden also täglich ca. 630 cbm gefördert.

[42]) Vergl. „Bericht über den Bau und den Bestand der k. k. priv. österreichischen Nordwestbahn" (für die Wiener Ausstellung von 1873). Darin sind erwähnt: Der Einschnitt nächst Bitlowschitz zwischen den Stationen Brausan und Wiese der Hauptbahn durch festen Gneis (mit 275 m Länge, 17 m Tiefe und einem Kubikinhalt von 54 500 cbm) und der Einschnitt nächst der Station Gastorf der Elbethalbahn, im geschichteten Plänerkalk (Länge 1060 m, durchschnittliche Tiefe 10 m, Kubikinhalt 140 800 cbm). Über die Resultate der Förderung dieses letzten Einschnittes rücksichtlich des Zeit- und Kostenaufwandes enthält die folgende Kosten-Zusammenstellung des Baubetriebes (bis zum 31. März 1873) interessante Angaben.

A. Zusammenstellung der Kosten des Einschnittes Prof. 487/489.

Arbeiter und Hülfsmittel.	Mark	Pf.
Durchschnittliche Arbeiterzahl pro Tag 40, durch 11 Zahlperioden à 24 Tagen, somit Tageschichten: 40 . 24 . 11 = 10 560 M., durchschnittlicher Arbeitertagelohn (Fl. 1,10) = 1,98 M., ergibt	20 908	80
Ein Aufseher à (Fl. 2,50) = 4,50 M. pro Tag, durch 392 Tage	1 764	–
Somit Tagelohnsumme . .	22 672	80

Auch bei fester, kompakter Beschaffenheit des Einschnittsmaterials ist auf der österreichischen Nordwestbahn die genannte Förderungsmethode mit Vorteil angewandt.

Beim Bau der württembergischen Schwarzwaldbahn hat man den Stollen- und Schachtbetrieb bei gröfseren Einschnitten in Felsen und auch in Lehm und Mergel meist

Transport . .	22 672	80
Regiekosten 10%	2 267	28
Rollwagen, durchschnittlich im Gebrauche 12 Wagen, à 270 M.; hiervon für starke Abnutzung 20%	648	—
Rollbahngleise, 400 m lang, à 4,50 M.; hiervon für Abnutzung 20%	360	—
Gerüstholz, pro lauf. Meter 14,4 M., auf eine Länge von 140 m	2 016	—
Pulververbrauch, täglich 35 Pfd., durch 10 Zahlperioden, somit 84 Ctr. à 90 M.	7 516	—
Dynamit, täglich 15 Pfd., durch 10 Zahlperioden, somit 36 Ctr. à 252 M.	9 072	—
Herstellung einer Schmiede	540	—
Summa . .	45 136	8
Hierzu die reduzierten Kosten für das proportional der Einschnittsleistung ausgemittelte Quantum von 778 cbm Stollen und Schächte	10 503	—
Somit Gesamtkosten . .	55 639	8

Gefördertes Material.

	cbm
Zahl der Rollwagen pro Tag durchschnittlich 9; bei täglich 14-maliger Fahrt durch 11 Zahlperioden, ergibt sich die Gesamtzahl der geförderten Wagen zu 33 264.	
Die Ladung betrug pro Rollwagen 0,8 cbm, sonach beträgt das geförderte Quantum . . .	26611,2
Hierzu die proportional der Einschnittsleistung auf Stollen und Schächte entfallende Masse	778
Ergibt zusammen . .	27389,2

Es stellen sich somit die Kosten eines Kubikmeters Material, inkl. Verführung auf durchschnittlich 250 m Distanz auf 2,03 M.

B. Zusammenstellung der Kosten für den Einschnitt Prof. 489/498.

I. Betrieb des Einschnittes ohne Anwendung einer Lokomotive (vom 1. April 1872 bis 21. Juli 1872).

Arbeiter und Hülfsmittel.	Mark	Pf.
6648 Tagesschichten à (Fl. 1,20) = 2,16 M., ergibt	14 359	68
1 Aufseher à (Fl. 3) = 5,4 M. durch 112 Tage, ergibt	604	80
2 Vorarbeiter à (Fl. 2) = 3,6 M. durch 96 Tage, ergibt	691	20
Somit Tagelohnsumme . .	15 655	68
Regiekosten 10%	1 565	57
Rollwagen, im Gebrauch 15 Wagen à 270 M., gibt 4050 M.; hiervon für Abnutzung und Amortisation 20%	810	—
Rollbahngleise, 600 m lang à 4,5 M., macht 2700 M.; hiervon für Abnutzung und Erhaltung 20%	540	—
Pulververbrauch (15 Ctr. à 90 M.)	1 350	—
Gerüste (150 m à 18 M.)	2 700	—
Aufstellung einer Schmiede mit Berücksichtigung der späteren Wiederverwendung	360	—
Summa . .	22 981	25
Hierzu die reduzierten Kosten für das proportional der Einschnittsleistung ausgemittelte Quantum von 474 cbm Stollen und Schächte	6 399	—
Somit Gesamtsumme . .	29 380	—

Gefördertes Material.

	cbm
Bei 15 bis 20 täglichen Fahrten sind im ganzen 19 080 Wagenladungen gefördert à 0,85 cbm Inhalt, sonach beträgt das Quantum	16 218
Hierzu die proportional der Einschnittsleistung auf Stollen und Schächte entfallende Masse mit	474
Ergibt zusammen	16 692

Es stellen sich somit die Kosten eines Kubikmeters Material inkl. Verführung auf durchschnittlich 400 m auf 1,76 M.

in Verbindung mit Lokomotivtransport mehrfach angewendet und sowohl bezüglich der Kosten, als namentlich auch der raschen Förderung sehr günstige Resultate erzielt.[*])

In der auf Seite 396 bereits erwähnten Broschüre bespricht Rziha in eingehender Weise die finanziellen Vor- und Nachteile des englischen Einschnittsbetriebes und

---

II. Betrieb des Einschnittes mittels Anwendung einer Lokomotive (vom 21. Juli 1872 bis 31. März 1873).

Arbeiter und Hülfsmittel.

	Mark	Pf.
Durchschnittliche Arbeiterzahl pro Tag 110, durch 9 Zahlperioden à 24 Tage, somit Tagesschichten: 110 . 9 . 24 = 23 760; durchschnittlicher Arbeitertagelohn à (Fl. 1,20) = 2,16 M., ergibt	51 321	60
1 Aufseher à (Fl. 3) = 5,4 M. durch 253 Tage	1 366	20
2 Vorarbeiter à (Fl. 2) = 3,6 M. durch 216 Tage	1 555	20
Somit Tagelohnsumme . .	54 243	—
Regiekosten 10%	5 424	30
Rollwagen, bei starker Abnutzung durch die Steine, durchschnittlich 50 teils in Verwendung, teils in Reparatur à 270 M., gibt 13 500 M.; hiervon für Abnutzung 20%) .	2 700	—
Gleisanlage, 1300 m à 6,66 M., macht 8658 M.; hiervon für Abnutzung und Erhaltung 20%	1 731	60
Pulververbrauch (pro Tag 90 Pfd., somit im ganzen 194,4 Ctr. à 90 M.)	17 496	—
Dynamit (pro Tag 20 Pfd., im ganzen 43,2 Ctr. à 252 M.)	10 886	40
Gerüste (340 m à 18 M.)	6 120	—
Kosten der Maschine, samt Transport 9000 M.; hiervon für Abnutzung und Amortisation 20%	1 800	—
Kosten des Brunnens	2 160	—
Barackenanlage (2880 M., hiervon 50%)	1 440	—
Maschinenführer ($8^1/_3$ Monat à 153 M.)	1 275	—
Heizer (pro Tag M. 1,80)	388	80
Kohlenverbrauch (pro Tag 6 Ctr. à 90 Pf.)	1 166	40
Summa . .	106 831	50
Hierzu die reduzierten Kosten für das proportional der Einschnittsleistung ausgemittelte Quantum von 2001 cbm Stollen und Schächte	27 013	50
Somit Gesamtkosten . .	133 845	—

Gefördertes Material.

	cbm
Zahl der Rollwagen pro Tag durchschnittlich 16, bei täglich 22 maliger Fahrt durch 9 Zahlperioden, à 24 Tage, resultiert als Gesamtzahl der geförderten Wagen 76 032. Die Ladung betrug durchschnittlich pro Wagen 0,9 cbm, es beträgt daher das geförderte Materialquantum	68428,8
Hierzu die proportional der Einschnittsleistung auf Stollen und Schächte entfallende Masse	2001,0
Ergibt zusammen . .	70429,8

Es stellen sich sonach die Kosten eines Kubikmeters Material inkl. Verführung auf durchschnittlich 800 m Distanz auf 1,9 M.

Als Schlufsfolgerung aus vorstehenden Daten ergeben sich folgende Resultate:

Bezeichnung der Leistung.	Bis 31. März 1873 gefördertes Materialquantum (exkl. Stollen) Kubikmeter	Durchschnittliche Leistung per Arbeitstag Kubikmeter	Arbeitsdauer: in Zahlperioden à 24 Arbeitstagen	Arbeitsdauer: in Arbeitstagen	Durchschnittliche Transportweite m	Transportpreis aus der Tabelle M.	Gesamtkosten pro cbm M.	Reine Erzeugungskosten pro cbm (exkl. Transport
A. Einschnitt Prof. 487/489 . .	26 611	101	11	264	250	0,36	2,03	1,67
B. I. Einschnitt Prof. 489/498 (ohne Lokomotive)	16 218	161	4	96	400	0,47	1,76	1,29
B. II. Einschnitt Prof. 489/498 (mit Lokomotive)	68 429	317	9	216	800	0.76	1,90	1,14

Der 821 m lange Stollen vom Querschnitte 2 m . 2,3 m, nebst 7 Förderschächten, wurde mit Aussicht auf die spätere Anwendung des „englischen Betriebes“ gleich nach Feststellung der Bahntrace als Sondierungs-

ermittelt, auf Grund der angestellten Kostenberechnungen, bei welchen Einschnittstiefen derselbe überhaupt anfängt, Ersparungen zu bieten und wie hoch diese sich in den einzelnen Bodenklassen bei verschiedenen Tiefen belaufen.

Er unterscheidet dabei folgende 6 Bodenkategorien:

I. rolliges Gebirge mit $1^1/_2$facher Einschnittsböschung,
II. mildes „ „ $1^1/_2$ „ „
III. gebräches „ „ 1 „ „
IV. leicht schiefsbares Gebirge mit $^3/_4$facher Einschnittsböschung,
V. schwer schiefsbares „ „ $^1/_2$ „ „
VI. sehr schwer schiefsbares „ „ $^1/_4$ „ „

und berechnet die Einschnittsmassen

für 4 m Kronenbreite bei eingleisiger Bahn
„ 7,5 m „ „ zweigleisiger Bahn

und eine Einschnittsbreite von 9,6 m bezw. 13,1 m in Schienenhöhe.

Ferner führt er seine Rechnung für Einschnittsstrecken von 100 m Länge durch, nimmt auf diese Länge immer einen Schacht an und den Querschnitt des Stollens sowohl wie der Schächte zu 5 qm.

Als Hauptvorteile werden nun hervorgehoben:

a. die durch das Herabrollen des Bodens erreichte Ersparung an Ladekosten, welche den Kosten eines einmaligen Wurfes gleichgesetzt werden;
b. die Ersparnis durch leichtere Entwässerung;
c. die Ersparung an Förderlohn, welche mit 5% des gewöhnlichen Lohnes angesetzt wird;
d. die Ersparung der bei anderem Einschnitsbetriebe zu leistenden Zulage für starkes Gefälle der Transportbahnen;
e. die Ersparung an Gleisen und Weichen.

---

stollen am 11. April 1871 begonnen und am 14. September desselben Jahres vollendet. Die Kosten dieser Vorarbeit betrugen 54 000 M.

Der eigentliche Ausbau des Einschnittes begann südseits am 14. März 1872, nordseits am 1. April 1872. Am 31. März 1873, also nach Ablauf eines Jahres, war der Einschnitt fast vollkommen durchgeschlitzt, und (inkl. Stollen) 81,9% der Gesamtmasse gefördert.

Es entfällt sonach auf einen Arbeitsmonat (exkl. Stollen) die Totalleistung von 9200 cbm (pro Arbeitstag durchschnittlich 360 cbm).

Ermittelt man aus den vorstehenden Ergebnissen die Durchschnittskosten eines Kubikmeters des gesamten geförderten Materials, so stellen sich diese mit Berücksichtigung der Stollenkosten auf 1,91 M. Die mittlere Transportweite für die eben entwickelte Gesamtleistung beträgt 610 m.

Nach der Transporttabelle der österreichischen Nordwestbahn resultieren sonach die reinen Gewinnungskosten pro cbm mit 1,40 M. — was mit Rücksicht auf die feste Beschaffenheit des Kalksteinmaterials als sehr günstig zu bezeichnen ist.

[43]) Über die Anwendung dieses Arbeitsbetriebes bei einem Teile des 27 m tiefen Sparnsbergs-Einschnittes durch Muschelkalk entnehmen wir der Mitteilung von Hennings in der Zeitschr. des Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover, Jahrg. 1870, folgendes (vergl. Taf. XIV, Fig. 1 u. 2): „Im vorliegenden Falle treten bei der grofsen Tiefe und felsigen Beschaffenheit des Einschnittes besondere Schwierigkeiten ein; trotzdem hat sich auch hier der Betrieb vorteilhaft und sehr fördernd gezeigt.

Der Stollen wurde 8′ . 8′ (2,3 m . 2,3 m) im Lichten weit — vorteilhaft wäre eine etwas gröfsere Weite behufs leichteren Rangierens der Wagen — mit einfachstem Einbau von vorn und durch 2 Schächte hergestellt, die übrigen Aufbrüche geschehen von unten herauf.

Der lauf. Fufs Stollen kostet 6 bis 8 fl. oder durchschnittlich 12 M. (pro lauf. Meter 42 M.) die Aufbrüche $3^1/_2$ fl. oder 6 M. pro lauf. Fufs (pro lauf. Meter 21 M.) Das Gestein ist Hauptmuschelkalk in Schichten

Die unter a., b. und c. erwähnten Ersparungen werden, wie folgt, veranschlagt:

Ersparung.	rollig	mild	gebräch	leicht schiefsbar	schwer schiefsbar	sehr schwer schiefsb.
a. Durch Wegfall eines Wurfes pro cbm in Pf. . . .	5,4	7,2	10,8	12,6	14,4	16,2
b. an Wasserzulage in Pf.	4,5	5,6	3,2	2,2	1,8	1,3
c. an gewöhnlichem Förderlohn in Pf.	0,5	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9
Summa . .	10,4	13,5	14,8	15,6	17,1	18,4

Anm.: 1 Fl. östr. W. = 1,80 M. gesetzt.

Die Ersparungen sub d. und e. ergeben für 100 m Länge folgende Werte:

Einschnitts-tiefe bis Schienen-unterkante.	Ersparung *d* an Gefällszulage pro cbm in Pfennigen						Ersparung *e* an Gleisen und Weichen pro 100 m Einschnittslänge in M.
	rollig	mild	gebräch	leicht schiefsbar	schwer schiefsbar	sehr schwer schiefsbar	
8	2,2	3,2	3,3	3,6	3,8	3,9	630
10	2,7	4	4,3	4,5	4,4	4,9	724
12	3,2	4,8	5	5,4	5,6	5,9	1293
14	3,8	5,6	5,8	6,3	6,7	6,8	1577
16	4,3	6,3	6,6	7,2	7,5	7,8	2189
18	4,9	7,2	7,5	8,1	8,4	8,8	2653
20	5,4	7,9	8,3	9	9,4	9,7	2851

Die Nachteile, welche beim englischen Einschnittsbetriebe, gegenüber dem gewöhnlichen Einschnittsbetriebe zu berücksichtigen sind, bestehen:

f. in dem Aufwande für die Auszimmerung des Stollens und der Schächte;

g. in der schwierigeren, unterirdischen Gewinnung des Gebirges, welche vornehmlich in der mangelhaften Beleuchtung, in der gezwungenen Körperhaltung der Arbeiter, in der Verspannung des Gebirges und in der Beengung des Raumes ihren Grund haben;

h. in der schwierigen Förderung des Gebirges;

und werden, wie folgt, veranschlagt:

Nachteilige Kosten in Mark pro cbm des Stollen- und des Schachtmaterials.	rollig	mild	gebräch	leicht schiefsbar	schwer schiefsbar	sehr schwer schiefsb.
f. Bölzung	7,20	5,60	3,95	2,50	1,60	—
g. Mehrkosten der Gewinnung . . .	0,45	0,90	3,00	5,60	8,65	17,30
h. Mehrkosten der Förderung . . .	0,25	0,38	0,40	0,43	0,45	0,49
Summa . .	7,90	6,88	7,34	8,53	10,70	17,79

---

von 5 bis 30 Zoll Stärke, welches teils blau und muschelig, teils grau und krystallinisch im Bruch und ...würdig sind.

Die Schüttlöcher (zur Milderung des Falls teilweise mit Vorteil schief angelegt) sind unten stark eingebaut und die unteren Öffnungen 4' + 4' (1,14 m + 1,14 m) weit mit Eisenbahnschienen solide eingefaßt. — Ihre Zahl wurde fortwährend vermehrt, indem eine besondere Mannschaft in der Nacht stets in der Mitte zwischen zwei fertigen einen neuen Aufbruch machte, bis Wagen an Wagen geladen werden konnte. Der Zerstörung der Wagen durch herabfallende Steine kann bei guter Aufsicht, geübter Mannschaft und starker Bauart der Wagenkasten mit Erfolg begegnet werden. In der Regel werden an jedem Schüttloch 3 Wagen geladen, wozu im Stollen 2 Mann, im Kessel 6 bis 8 Mann nötig sind.

Es wird in diesem Einschnitt in 4 Zügen von je 20 bis 27 Wagen gearbeitet, von denen einer im Stollen beladen wird, einer vor dem Stollen im aufgebrochenen Teil das volle Profil herstellt, einer auf dem Abladegerüst geleert wird und einer sich in Transport befindet. Der Transport wird durch eine kleine 150 Ctr. schwere Lokomotive bewirkt.

Durch Multiplikation der hier angeführten Werte mit den unterirdisch zu gewinnenden Massen pro 100 m Einschnittslänge erhält man den Betrag der durch den Stollenbetrieb erwachsenden Mehrkosten und durch Subtraktion dieser von dem Betrage der Minderkosten, welche die unter a. bis e. erwähnten Vorteile ergeben, berechnet der Verfasser folgende auf Mark umgerechnete Tabelle, welche erkennen läfst, um wieviel pro 100 m Länge bei verschiedenen Einschnittstiefen und Bodenkategorien der englische Einschnittsbetrieb biliger wird als der gewöhnliche Betrieb.

Ersparung durch den englischen Einschnittsbetrieb
pro 100 m Länge in Mark.

Einschnitts-tiefe bis Schienen-höhe in Meter	Eingleisige Bahn						Zweigleisige Bahn					
	rollig	mild	gebräch	leicht schiefsbar	schwer schiefsbar	sehr schwer schiefsb.	rollig	mild	gebräch	leicht schiefsbar	schwer schiefsbar	sehr schwer schiefsb.
8	—	—	—	—	—	—	—	294	—	—	—	—
10	—	1228	404	—	—	—	55	1878	1116	179	—	—
12	1353	3476	2320	1161	—	—	1958	4283	3202	2088	513	—
14	3115	5801	4220	2829	925	—	3844	6777	5284	3949	3035	—
16	5489	8847	6740	5067	2851	—	6348	10003	7997	6393	4280	—
18	8016	12166	9422	7414	4824	—	9014	13511	10885	8959	6487	763
20	10597	15097	12167	9769	6735	329	11742	16593	13847	11544	8644	2358

(In den Fällen, für welche die Tabelle leere Stellen zeigt, würde der englische Einschnittsbetrieb unvorteilhaft sein.)

Daraus ergibt sich, dafs der englische Einschnittsbetrieb in den weichen Gebirgsarten bei geringeren Einschnittstiefen sich eher lohnt, als in den schweren Gebirgsmassen; dafs zweigleisige Bahneinschnitte im milden Gebirge schon bei 8 m Tiefe vorteilhafter durch den englischen Betrieb erschlossen werden, und dafs bei 20 m Tiefe des Einschnittes dieser Betrieb in jedem Gebirge und selbst schon bei eingleisiger Bahn lohnender als der gewöhnliche Einschnittsbetrieb ist.

§ 22. Dispositionen am Abladeorte beim Transport auf Interimsgleisen.

Bei der Disposition der Arbeiten zur Herstellung der Bahndämme ist, abgesehen von einer schnellen und billigen Ausführung, besondere Rücksicht darauf zu nehmen, dafs die Auftragsmassen in einer Weise gelagert werden, welche für das Bestehen des Dammes nicht nachteilig wird. In dieser Hinsicht sind schon in dem 3. Kapitel des I. Bandes d. Handb. f. sp. E. (§ 6) die verschiedenen Schüttungsmethoden besprochen. Es ist hervorgehoben, dafs die Schüttung in dünnen, annähernd horizontalen Lagen

---

Die Gleisanlage ist auf Taf. XV, Fig. 4 angedeutet. — Die Wagen wiegen gegen 13 Ctr. (4 Räder 350 Pfd., 2 Achsen 20 Pfd., 4 Lager 45 Pfd., Beschlag 230 Pfd., Tannenholz 620 Pfd.) und kosten 75—85 Fl. oder ca. 137 M. Alle Arbeiter werden pro Kippwagen bezahlt und verdienen im Sommer durchschnittlich 3 M.

Die Kosten des Felsaushubes berechnen sich inkl. Geschirrunterhaltung, Sprengmaterialien, Schüttgerüste, Gleislegen, Aufsicht, Lösen, Laden, Transport auf ca. 3000 Fufs und Planieren, unter Einrechnung des Stollens einerseits und des Bremsapparates andererseits auf beiden Seiten ziemlich gleich und betragen rund $2^1/_3$ Fl. pro Schachtrute oder 1,70 M. pro cbm."

Über die Anwendung des englischen Betriebes bei einem Einschnitte von 12,5 bis 22 m Tiefe durch sehr festen Grünsand der Kreideformation unter Thon- und Kieslagern, sowie über die dabei erzielten günstigen Resultate vergl. den Aufsatz von F. Wiebe: „Der Bau des Bottroper Einschnitts in der Rheinischen Eisenbahn Duisburg-Quakenbrück" in der Zeitschr. des hannov. Arch.- u. Ing.-Ver. 1881, S. 25.

Vergl. auch den Aufsatz: „Der Etagen- und Stollenbau im Bahneinschnitte No. 12 der Istrianer Staatsbahn" in der Zeitschr. des österr. Arch.- u. Ing.-Ver. 1880, S. 144.

die gröfste Garantie für die Solidität des Dammes bietet; dafs bei der Schüttung vor Kopf, wenn dabei mit dem vollen Profile vorgegangen wird, aus der geneigten Lage der Schüttflächen, weil diese in der Längenrichtung des Dammes sich bilden, keine wesentliche Gefahren für Bodenbewegungen entstehen; dafs aber beim Vortreiben eines schmalen Dammes, welchen man durch Seitenschüttungen verbreitert, der Auftragsboden leicht ein Bestreben zeigt, über die quer zur Bahn geneigten Schüttflächen seitlich abzurutschen. Letztere Methode der Schüttung ist daher mit grofser Vorsicht und nur bei günstigen Bodenarten anzuwenden.

1. Am vorteilhaftesten in Bezug auf die Schnelligkeit und die Kosten der Ausführung ist die seitliche Entladung der Erdwagen von lang gestreckten Gleisen aus, indem hierbei die gröfstmögliche Anzahl von Wagen gleichzeitig und in einfachster Weise zu leeren ist.

Um diese Vorteile sich zu nutzen zu machen, pflegt man, wo die Terrainverhältnisse es gestatten, und namentlich bei Lokomotivtransport, in der Weise vorzugehen, dafs man vom Auf- und Abtragwechsel aus, zunächst in geringer Höhe über dem Terrain, ein langes, zur Aufstellung und Entladung ganzer Wagenzüge ausreichendes Gleis herstellt und, indem man von hieraus die Wagen seitlich entladet, mit dem Fortschreiten der Schüttung das Gleis seitlich verschiebt. Um dabei die zur ersten Lagerung des Gleises erforderlichen Handarbeiten thunlichst einzuschränken, führt man mit starkem Gefälle bis 1:30 und mehr das Gleis vom Einschnitte auf das Auftragsterrain hinab und ermäfsigt durch allmähliche Erhöhung desselben das Gefälle auf das für den Betrieb günstige Verhältnis. Ist letzteres erreicht, so rückt die Schüttung in parallelen Schichten 4,5 etc. (siehe Fig. 8, Taf. XV) vor.

Da bei dieser Methode das Gleis häufig gehoben und seitliech verschoben werden mufs, so ist es ökonomisch vorteilhaft, die Schüttung in möglichst hohen Schichten auszuführen. Wie weit man hierin gehen darf, hängt von der Beschaffenheit des Schüttmaterials ab.

Mufs ein Bauwerk hinterfüllt werden, so kann man über eine provisorische Rampe *ab* (Fig. 9, Taf. XV), welche zur Seite des Dammes geschüttet, bezw. in die Böschung eingeschnitten wird, die Erdwagen neben dem Bauwerke vorbeifahren, den zur Hinterfüllung erforderlichen Boden bei *cd* abladen und während derselbe durch Handarbeiter um das Bauwerk gelagert wird, die Hauptерdmassen in den unteren Schichten des Dammes jenseit *d* verbauen, bis der Teil *bdef* hergestellt ist und das Gleis über das Bauwerk gelegt werden kann.

Die Gleise legt man bei Lokomotivtransport so an, dafs die Maschine die vollen Wagen nach den Abladestellen schiebt, und ordnet an geeigneten Plätzen Ausweichestellen an, auf denen die Lokomotive ihre Stellung zum Zuge wechseln kann (siehe § 19).

Zeigt das zu überschüttende Bahnterrain in der Richtung der Bahnachse ein so starkes Gefälle, dafs die für den Erdtransport auf Interimsbahnen mit Lokomotiv-, Pferde- oder Handbetrieb zulässigen Maximalsteigungen nur mit Aufwendung bedeutender Handarbeit oder gar nicht zu erreichen sind, so kann es vorteilhaft sein, einen Seilbetrieb einzurichten, ähnlich dem in § 20 beschriebenen.

2. Eine andere, in solchen Fällen zweckmäfsige Methode besteht darin, ein festes Schüttgerüst annähernd bis zur Höhe des Planums zu errichten und die Wagen oben zu entladen. Diese sogenannten amerikanischen Gerüste sind auf der Brennerbahn, wo man sie häufig angewandt hat, bis 50 m Höhe vorgekommen. Sie sind dort aus 13 bis 18 cm starken Rundhölzern, welche mit dem Dammmaterial verschüttet wurden, hergestellt.

Die Befürchtung, dafs das verschüttete Holz der Erhaltung des Dammes schaden könnte, ist nach den Erfahrungen der neueren Zeit unberechtigt; man nimmt im Gegenteil an, dafs ein verschüttetes Holzgerüst dem losen Dammmaterial besonders in der ersten Zeit, wo die schädlichen Bewegungen am meisten zu fürchten sind, einen gewissen Zusammenhang gebe. Solche Gerüste haben für den Betrieb der Erdarbeiten den grofsen Vorteil, dafs das häufige, auf frischen Schüttungen unvermeidliche Verlegen, Heben und Stopfen der Gleise ganz wegfällt und die Bahn, von der Benetzung durch Regen abgesehen, stets trocken ist. — Dieser Vorteil ist so grofs, dafs er nicht selten die Herstellungskosten des Gerüstes aufwiegt, und deshalb die festen Schüttungsgerüste auch oft da Anwendung gefunden haben, wo die Terrainverhältnisse die zuerst besprochene Methode nicht ausschliefsen würden.[44]) u. [45])

Nicht selten gibt man den Schüttgerüsten auch eine solche Konstruktion, dafs die spätere Beseitigung der Hölzer ganz oder teilweise möglich bleibt. Man stellt deshalb die Rundholzpfosten wohl mit dem Zopfende nach unten, um dieselben, nach Beseitigung der Träger und anderer Hölzer in den oberen Teilen des Gerüstes, mit der Winde herausziehen zu können. Bei nicht zu hohen Gerüsten und günstiger Beschaffenheit des Schüttbodens pflegt solche Arbeit keine grofse Schwierigkeiten zu bereiten.[46])

Die beschriebenen beiden Schüttmethoden bieten neben dem Vorteil, dafs auf den lang gestreckten Arbeitsgleisen eine grofse, für alle faktischen Bedürfnisse ausreichende Anzahl von Wagen gleichzeitig entladen werden kann, auch noch den Vorteil, dafs man bei ihnen es in der Hand hat, den Schüttboden in so dünnen Schichten aufzutragen, unter Vermeidung langer zusammenhängender Schuttflächen, wie es, je nach Beschaffenheit des Materials, die Rücksicht auf die Solidität des herzustellenden Dammes verlangt.

Bei breiten bezw. hohen Aufträgen hat man auch wohl die Hauptmassen aus Seitenkippern in der Längenrichtung des Dammes geschüttet, nachdem vorher ein nur schmaler Kopf durch Vorkipper oder Karren hergestellt war.

Auf der Gebirgsstrecke Haan-Opladen der Bergisch-Märkischen Bahn ist diese Methode namentlich dann zur Anwendung gekommen, wenn in der Nähe des Wechsels von Auf- und Abtrag eine bedeutende Seitenentnahme von Boden in günstiger Höhenlage zu etablieren war. Die Skizze Fig. 10, Taf. XV veranschaulicht eine derartige Arbeitsstelle, auf welcher die Anschüttung des Bahndammes im einzelnen 15 bis 20 Fufs (4,7 bis 6,3 m) hohen Terrassen erfolgte. Hierbei wurde aus der Seitenentnahme mittels Kippkarren zunächst der Kopf *a* vorgetrieben, an welchen sich dann das Fördergleis für die Kippwagen anlehnte, dessen Lage sich selbstverständlich nach und nach änderte und ausstreckte. — Nachdem das Plateau *b* durchgeschüttet war, wurde das Gleis aufgebrochen und auf die Höhe der nächsten Terrasse *d* gebracht, für welche der Kopf *c* ebenfalls wieder vorab mit Karren vorgeschüttet war. Starke Gefälle und Kurven sind

---

[44]) Bei den mit grofser Schnelligkeit ausgeführten neueren Bahnbauten in Österreich soll man die Erfahrung gemacht haben, dafs bei einem Holzpreise von 25 kr. pro Kubikfufs (pp. 14 M. pro cbm) schon Gerüste von $2^1/_2$ m Höhe, vorzugsweise wegen der Zeitersparung lohnend sind, und dafs die Gerüstkosten bei Dammhöhen von 5 m etwa (20 kr.) 36 Pf., 10 m (16 kr.) 29 Pf. pro cbm Dammmasse eines zweigleisigen Erdkörpers betragen.

[45]) Ein zur Schüttung des Eisenbahndammes bei Bliesebersingen auf der Linie Zweibrücken-Pirmasens $18^{76}/_{78}$ benutztes Absturzgerüst hat pro Meter Länge oder 10 qm Ansichtsfläche 50 M. und pro cbm abgestürzte Bodenmasse 25 Pf. gekostet, bei einem Preise des verwandten Rundholzes von 32 M. pro cbm. Vergl. Zeitschr. f. Bauk. 1878. S. 389, Aufsatz von H. Levy.

[46]) In dem unter Note 43 citierten Aufsatze wird ein Gerüst beschrieben, welches 8 mal benutzt worden ist und dessen Kosten sich zu nur 11 Pf. pro cbm abgeladenen Boden berechnen.

bei solchem Betriebe unvermeidlich und es erscheinen die fortwährenden Veränderungen an dem Gleise und die öftere Herstellung einer neuen Fahrt auf den verschiedenen Terrassen mindestens nicht weniger lästig und kostspielig, als die mit der Anwendung eines Sturzbockes verbundene Manipulation.[47])

Von den älteren Schüttmethoden sind hier diejenigen mit Anwendung beweglicher Sturzgerüste, mit Anwendung von Drehscheiben und das Vortreiben der Dämme mit Vorkippkarren zu erwähnen.

3. Die beweglichen Sturzgerüste werden vor den Schüttungskopf gestellt und bestehen aus Langträgern zur Aufnahme der Arbeitsgleise, welche mit dem einen Ende auf dem Damm, mit dem anderen auf einem beweglichen Bocke ruhen und mitunter auch noch in der Mitte eine Unterstützung finden (siehe Fig. 14 u. 15, Taf. XI und Fig. 11, Taf. XV). Der Arbeitsbetrieb ist in der Regel derart, dafs auf das Gerüst so viele Wagen, als Platz finden können, aufgefahren, seitlich entladen und dann zurückgefahren werden, um anderen vollen Wagen Platz zu machen. Seltener benutzt man das Gerüst nur zur Aufnahme der leeren Wagen, indem man das Entladen der Wagen, die in diesem Falle auch Vorkipper sein können, nur am Kopf des fertigen Dammes vornimmt und die leeren Wagen dann einzeln auf das Gerüst schiebt, bis dieses in seiner ganzen Länge besetzt ist, worauf dann die leeren Wagen zurückgezogen werden und das Abladen von neuem beginnt. In letzterem Falle kann das Gerüst, da es nur leere Wagen aufzunehmen hat, leichter konstruiert sein.

Ist der Raum unter der Bühne des Sturzgerüstes vollgeschüttet, so wird letzteres mittels Winden vorgerückt. — Um diese Arbeit zu erleichtern wird der vordere Rüstbock auf Rollen gestellt, für welche eine Bahn einplaniert und mit hölzernen Langschwellen oder Schienengleisen belegt wird. Auch die auf der Schüttung ruhenden Balkenenden legt man zur Minderung des Bewegungswiderstandes wohl auf Walzen. Das Vorrücken des Sturzgerüstes erfordert viel Zeit und Arbeit.[48]) Es ist deshalb auf Wahl eines zweckmäfsigen Bewegungsmechanismus Bedacht zu nehmen.

Für den raschen Fortgang der Arbeit ist es von Wichtigkeit, das Gerüst zur Aufstellung möglichst vieler Wagen einzurichten, also möglichst lang zu machen, weil eine

---

[47]) Siehe Supplementband 3 zum Org. f. d. F. d. E., S. 97.

[48]) Auf der Bergisch-Märkischen Bahn hat die Verstellung des Bockes mit der darauf liegenden Bühne und die sonst hiermit verbundenen Arbeiten die Thätigkeit von 10 bis 12 Arbeitern auf etwa 2 Stunden in Anspruch genommen.

Mohr gibt über die Leistungen und Kosten der Schüttungsmethode mittels Sturzgerüst nach seinen Beobachtungen bei Herstellung eines bis ca. 8 m hohen Dammes aus leichtem gröfstenteils Sandboden beim Bau der Lüneburg-Hohnstorfer Bahn Folgendes an (vergl. Zeitschr. d. hannov. Arch.- u. Ing.-Ver. von 1865):

„Das angewandte Sturzgerüst nahm zur Zeit 4 Wagen à rot. 1 cbm Boden auf, welche nicht zum Kippen eingerichtet waren, sondern mittels Hacken und Schaufeln entladen werden mufsten. Das Entladen eines Zuges dauerte $1^1/_2$ Minuten, das Auf- und Abfahren ebenso lange, sodafs bei vollkommen regelmäfsigem Gange $20 \times 4 = 80$ Wagen pro Stunde entladen werden konnten. Infolge unvermeidlicher Störungen durch Entgleisungen in der Weiche, durch unregelmäfsige Ankunft der Züge sind indes nicht mehr als 60 bis 65 Wagen pro Arbeitsstunde entladen, also innerhalb 10 Stunden etwa 600 bis 650 cbm.

Das Vorrücken des Sturzgerüstes einschliefslich der zugehörigen Nebenarbeiten erforderte bei dem vorhandenen ungünstigen Untergrunde $2^1/_2$ bis 3 Stunden Arbeit.

Das Entladen vermittels des Sturzgerüstes hat 7,8 bis 11 Pf. pro cbm gekostet.

Das Vorrücken des Sturzgerüstes kostete je nach der von dem Untergrunde bedingten Schwierigkeit der Arbeit 1,7 bis 4,4 Pf. pro cbm. Die Herstellung der Bahn für den Bock des Sturzgerüstes bestand in der Anschüttung eines 2 Fufs hohen Dammes und in dem Legen der Langschwellen für die Laufrollen des Bockes. Diese Arbeit kostete 0,6 bis 1,9 Pf. pro cbm der ganzen Auftragmasse.

gröfsere Anzahl von Wagen auf dem Gerüste in derselben Zeit zu entladen ist, wie eine geringere. Längen von 20 bis 25 m sind mehrfach in Holz, als einfache Balken, Laves'sche Balken etc. angewandt; bei noch gröfseren Längen würde man zweckmäfsig zu Eisenkonstruktionen greifen. — Es ist aber zu beachten, dafs mit der Gröfse des Gerüstes die Schwierigkeiten und Kosten der Fortbewegung desselben wachsen.

Der Hauptnachteil der Schüttung von Sturzgerüsten liegt in der geringen, dabei zu erzielenden Leistung.

Mehr als 600 bis 700 cbm von einem eingleisigen Gerüste täglich zu schütten, wie es bei dem in der Anmerkung angeführten Bau geschehen ist, dürfte immer schon eine aufsergewöhnliche Leistung sein.

Bei der hannoverschen Eisenbahnverwaltung rechnete man früher auf ein durchschnittliches Förderquantum von etwa 80 bis 90 hann. Schachtruten (510 bis 575 cbm) pro Arbeitstag.

Auf der Bergisch-Märkischen Eisenbahn sind im Sommer pro Tag 128 Schachtruten preufs. = 570 cbm von einem Gerüste geschüttet (siehe Supplbd. 3 zum Org. f. d. F. d. E., S. 96).

Daselbst hat sich eine Schüttungshöhe von 20′ = 6,3 m am vorteilhaftesten erwiesen, da bei dieser Höhe der Bock und die Bühne täglich um 18′ oder eine Schienenlänge vorgerückt werden konnte. Beim Bau der Bahn Paris-St. Germain sind von einem Sturzgerüste täglich 300 Wagen à 1,5 cbm entladen, also 450 cbm geschüttet.

Um die Gesamtleistung zu erhöhen, benutzt man häufig das Sturzgerüst nur zum Vortreiben der Schüttung in geringer Breite und stellt das volle Profil des Auftrags durch Entladung eines Teils der Wagen direkt vom Damm aus her. — Eine solche Erbreiterung des Dammes ist aber nur, wie mehrfach erwähnt, bei günstigem Schüttmaterial zulässig, weil sonst leicht Abrutschungen der seitlich angeschütteten Bodenmassen entstehen.

Die geringste obere Dammbreite, welche sich mit einem Sturzgerüst herstellen läfst, beträgt etwa 3 m.

Sturzgerüste mit zwei Gleisen werden sehr schwerfällig und machen eine komplizierte Gleisanlage nötig, sodafs man keineswegs darauf rechnen kann, bei Anwendung derselben die Leistung zu verdoppeln.

Vorzuziehen ist die Anordnung mehrerer eingleisiger Sturzgerüste, sofern die Breite des zu schüttenden Dammes deren Aufstellung gestattet. Bei sehr hohen Dämmen hat man auch wohl die Schüttung in zwei Etagen hergestellt, unter Benutzung dreier Sturzgerüste unten und eines oben. Die Gleisanlage und der Betrieb wird dabei aber sehr kompliziert und es entspricht die Leistung bei weitem nicht der bei nur einem einzigen Sturzgerüste.

Die Gleisanlage am Abladeorte gestaltet sich bei Anwendung eines oder zweier Sturzgerüste mit je einem Gleise etwa wie in den Fig. 12 u. 13, Taf. XV angedeutet ist.

Von den Gleisen *a* und *b* dient eins für die Aufstellung der vollen, das andere für die leeren Wagen. In Fig. 12 sind beide Gleise durch die Weiche *c* mit dem Ge-

---

Allgemein kann man für die Arbeiten am Abladeorte, einschliefslich der Unterhaltung der Gleise daselbst und der unter günstigen Verhältnissen auszuführenden Fortbewegung des Sturzgerüstes rechnen:

im Sandboden	0,7	Arbeitsstunden pro cbm
„ leichtem Lehm	0,78	„ „ „
„ schwerem Lehm	0,94	„ „ „ .

Wird die Bewegung des Gerüstes durch ungünstige Umstände erschwert, so ist dafür 0,08 bis 0,16 Stunde pro cbm mehr in Rechnung zu bringen."



rüstgleise verbunden. Um hier während des Vorrückens des Sturzgerüstes, das Abladen nicht zu unterbrechen, ist die Weiche d eingelegt, welche die Überführung der vollen Wagen von a nach b gestattet. Während des Vorrückens des Gerüstes können die Wagen dann zwischen d und c entladen und leer über b in den Einschnitt zurückgeführt werden.

Bei der Anordnung nach Fig. 13 für zwei Sturzgerüste gestattet die gröfsere Gleislänge zwischen der Verbindungsweiche c und den Gerüsten die Entladung der Wagen während des Fortbewegens eines Gerüstes direkt von diesen Gleisen aus.

4. Das Schütten von Drehscheiben aus ist eine der Methoden der Kopfschüttung, bei welchen ohne Anwendung von Gerüsten der Damm durch Abstürzen des Auftragsbodens in der Längenrichtung der Bahn vorgetrieben wird. Die Drehscheiben haben dabei den Zweck die Anwendung von Seitenkippwagen zu ermöglichen. Sie werden auf den Kopf der Schüttung gelegt und mit Gleisen für die vollen und für die leeren Wagen verbunden. Die vollen Wagen werden einzeln auf die Drehscheibe geschoben, um 90° gedreht, gekippt und nachdem die Drehscheibe auf das betreffende Gleis eingestellt ist, leer zurückgefahren. — Mit dem Vorrücken des Schüttkopfes müssen auch die Drehscheiben vorgeschoben werden. Letztere werden häufig aus Gufseisen konstruiert und auf langen kräftigen Rahmhölzern befestigt (siehe Fig. 12 u. 13, Taf. XV).

Was die Leistung betrifft, so sind an der Weimar-Geraer Eisenbahn bei einem gröfseren Auftrage aus schwerem mit Steinen durchsetztem Lettenboden von einer Drehscheibe aus täglich durchschnittlich 500 Kippwagen à 1 cbm Inhalt entladen, ausnahmsweise bei 11stündiger Arbeitszeit 700 Wagen.

Für das Bewegen der Wagen von den Arbeitsgleisen nach der Drehscheibe und zurück zum Kippen, sowie zum Vorrücken der Drehscheibe und zum Verlegen der Schienen kann man nach den dort gemachten Erfahrungen etwa 0,2 Arbeitsstunde pro Kubikmeter rechnen.[49])

Soll beim Schütten von Drehscheiben aus der Damm in voller Breite vorgetrieben werden, so wird die Anwendung mehrerer Drehscheiben erforderlich, welche dann, wie in Fig. 5, Taf. XV skizziert, in Verbindung mit den Gleisen a, a, für beladene Wagen und dem Gleise b für leere angeordnet werden können.

Wird nur eine Drehscheibe angewandt, so führt dieses in den meisten Fällen zu dem Vortreiben eines schmalen Dammes und Verbreitern desselben durch Seitenschüttung (Fig. 6, Taf. XV). Werden hohe Dämme in mehreren Etagen geschüttet, so hat man bei grofser Breite des unteren Teiles zur Herstellung des letzteren wohl eine Disposition wie in Fig. 7, Taf. V skizziert, angewandt, wobei ein Teil der Wagen von einer Drehscheibe, ein Teil direkt vom Gleise a aus in schräger Richtung zur Bahnachse entladen wird.

5. Eine zweite Methode der Kopfschüttung ohne Anwendung von Gerüsten ist die von den englischen Unternehmern früher allgemein befolgte, des Vortreibens des Dammes in vollem Profil unter Benutzung von Vorkippwagen, die am Ende der parallel zur Bahnrichtung gelegten Interimsgleise entladen werden (Fig. 14 u. 15, Taf. XV). Dabei verwendet man zum Kippen der Wagen besonders kräftige und behende Pferde, von denen je eins vor einen Wagen gespannt und bis zum schnellen Trab angetrieben wird. Ist es ungefähr 15 bis 20 m vom Vorkopf entfernt, so bewegt der Treiber, welcher

[49]) Bei einem anfangs gewährten Accordsatze von 7,5 Pf. pro cbm haben die Arbeiter einen zu reichlichen Verdienst gehabt.

das Pferd an der Trense führt, durch Ziehen einer Schnur *a* (siehe Fig. 16 und 17, Taf. XV) eine an der Zugkette befestigte Gabel *b* und löst dadurch den Zughaken. Das Pferd, welches bis jetzt zwischen den Schienen gelaufen war, wird seitwärts abgeführt, der Wagen rollt weiter, wird am Schüttkopfe durch vorgelegte Schwellen plötzlich gehemmt, der Wagenkasten kippt und entleert sich, nachdem der am Schüttkopf beschäftigte Arbeiter mit seiner Schaufel durch Aufschlagen einer am Wagen befestigten Hespe die vordere Klappe des Wagens gelöst hat. — Alsdann wird das Pferd an die hintere Kette des Wagens gespannt und zieht denselben leer zurück. — Auf diese scheinbar gefährliche Arbeit werden die Pferde und Arbeiter bald eingeübt.

An Gleisen werden so viele erforderlich, als man Schüttplätze herrichten will, bei zweigleisigem Planum gewöhnlich deren vier. Ihre Länge wechselt mit dem Fortgange der Arbeiten, indem mit dem Vorrücken der Schüttung anfangs kurze, dann längere Schienenstücke vorgelegt werden. Wird die Entfernung zwischen den Schüttplätzen und den Weichen zu grofs, so müssen die Gleise verlegt, die Weichen dem Vorkopfe näher gerückt werden. Die Länge der Gleise mufs mindestens so bemessen sein, dafs das Pferd im stande ist, den Wagen von der Ruhe aus in schnelle Bewegung zu bringen. Jedes erhebliche Übermafs verlängert den Aufenthalt der einzelnen Wagen auf den Schüttgleisen, von deren raschen Beseitigung der Fortgang der Arbeiten abhängt. Als geringste Länge kann man etwa 40 m rechnen.

Die Zeitdauer, um einen Wagen der in § 10 beschriebenen Konstruktion, mit 2 cbm Fassungsraum, von der Haltestelle aus nach dem Schüttplatz zu fördern, zu leeren und wieder zurückzufahren, ist unter günstigen Verhältnissen vom Verfasser zu 4 Minuten beobachtet, sodafs hiernach in 10 Arbeitsstunden im äufsersten Falle 150 Wagen geleert werden könnten. Eine solche Leistung ist aber wegen der unvermeidlichen Störungen und Aufenthalte kaum zu erreichen und wird man im Durchschnitt bei mehreren Schüttstellen pro Gleis nur 100 Wagen oder etwa 200 cbm rechnen dürfen, was mit der Angabe englischer Ingenieure, die bei 4 Gleisen 1000 bis 1200 Kubikyards (ca. 770 bis 890 cbm) verbauen wollen, übereinstimmt.

Was den Arbeitsaufwand betrifft, so würde man unter der Annahme, dafs die Pferde bei jedesmaligem Kippen eines Wagens und Zurückfahren desselben in das Aufstellgleis nicht mehr angestrengt würden, als bei einem gewöhnlichen Transport von 300 m, ein Pferd bei einem täglichen Gesamtwege von 4 Meilen = 30000 m täglich 100 Wagen kippen können, eine Leistung, die mit kräftigen Pferden ausnahmsweise auch wohl zu erreichen ist. Als mittlere Leistung wird man jedoch nicht mehr als 75 Wagen à 2 cbm oder 150 cbm täglich pro Pferd und Treiber rechnen dürfen.

Ferner sind anzunehmen an jeder Schüttstelle etwa zwei Arbeiter zum Regulieren des Bodens, Instandhalten der Schwellenplatform und Verlegen der Schienen, also pro 100 cbm ein Arbeitertag, für Weichenziehen und Hülfeleisten beim Wagenkuppeln etc. bei 4 Gleisen zwei Arbeiter oder pro 100 cbm $^1/_4$ Arbeitertag, endlich für die Instandhaltung der Gleise und das aufser der gewöhnlichen Arbeitszeit vorzunehmende Verlegen der Weichen und Gleise pro 100 cbm $^1/_2$ bis 1 Arbeitertag.

Danach würde sich der Arbeitsaufwand am Abladeorte pro Kubikmeter zu 0,0067 Tage eines Pferdes mit Führer und pro Kubikmeter zu etwa 0,02 Arbeitertage stellen. — Der Arbeitsaufwand zur Unterhaltung und Verlegung der Gleise variiert selbstredend mit der Beschaffenheit des Bodens ganz erheblich und es ist nicht aufser acht zu lassen, dafs um den Pferden einen sicheren Weg zu schaffen die Gleisbahnen besser unterhalten werden müssen, als es bei den früher erwähnten Schüttungsmethoden nötig ist.

Hinsichtlich der Solidität der auf solche Weise hergestellten Dämme läfst die besprochene Methode wenig zu wünschen übrig; denn da die Schüttflächen in der Längenrichtung des Dammes sich bilden, so ist die Gefahr der seitlichen Abrutschungen einzelner Teile als Folge der Lage der Schüttflächen hier nicht vorhanden. — Die Methode steht aber den beiden zuerst erwähnten, nämlich der Schüttung in einzelnen Schichten und derjenigen von festen Gerüsten, hinsichtlich der damit zu erreichenden Arbeitsleistung und meist auch wegen der gröfseren Kosten, wesentlich nach.

V. Nebenarbeiten.

§ 23. Reinigen des Bahnterrains. Befestigung der Böschungen. Steinpackungen. Entwässerungen. Unterhaltungsarbeiten.

Im I. Bande d. Handb. f. sp. E. sind unter „Herstellung der Erdkörper" (Kap. III) die beim Erdbau vorkommenden Nebenarbeiten hinsichtlich ihrer Bedeutung und der Art der Ausführung bereits ausführlich besprochen.

Für den vorliegenden Zweck erübrigt daher nur noch, den Arbeitsaufwand und die Kosten, welche sie verursachen, zu ermitteln.

Die genannten Arbeiten bestehen im wesentlichsten in der

Reinigung des Bahnterrains von Humus, Hecken und Holzungen, in der
Regulierung und Befestigung der Böschungen, in der
Entwässerung des Terrains und des Bahnkörpers, und in der
Unterhaltung des Bahnkörpers.

Sofern es sich bei diesen Arbeiten nur um die Gewinnung und den Transport von Boden handelt, haben dieselben in den früheren Paragraphen bereits ihre Erledigung gefunden.

Rodungsarbeiten. Das Ausroden, Beseitigen und regelmäfsige Aufhäufen der Wurzeln von Gesträuchern und dünnen Stämmen, nachdem das Holz vorher behufs weiterer Verwertung dicht über dem Boden abgeschnitten, erfordert pro Ar gleich 100 qm, je nach Dichtigkeit des Bestandes, etwa 3 bis 5 Tagewerke und bei einem Lohnsatze von 2 M. pro Quadratmeter also 6 bis 10 Pf., desgleichen bei Hochwald pro Ar 5 bis 8 Tagewerke und kostet also pro Quadratmeter 10 bis 16 Pf.; für das Ausroden einzelner gröfserer Baumstücke kann man pro Meter Durchmesser (in Brusthöhe) 2 bis 3 Tagewerke oder 4 bis 6 M. rechnen; für das Ausroden von Hecken pro lauf. Meter 0,1 bis 0,2 Tagewerke oder bei einem Lohnsatze von 2 M., 10 bis 20 Pf.

Regulierung und Befestigung der Böschungen. Werden die Böschungen 0,15 bis 0,25 m stark mit Mutterboden bekleidet, welcher innerhalb der betreffenden Arbeitstationen gewonnen und vor Inangriffnahme der Erdförderungsarbeiten zur Seite des Bahnterrains abgelagert wird, so kann man rechnen:

für das Gewinnen und seitliche Ablagern des Mutterbodens pro Quadratmeter	0,02—0,03	Tagewerke
für das Planieren der Böschungen und Bekleiden derselben mit dem seitlich abgelagerten Boden .	0,03—0,045	„
zusammen	0,05—0,075	Tagewerke,

bei einem Lohnsatze von 2 M. also pro Quadratmeter 10 bis 15 Pf.

Bei hohen Dämmen gelten diese Sätze für die unteren 2 m; für jede weiteren 2 m, um welche der Bekleidungsboden gehoben werden mufs, ist pro Quadratmeter Böschungsfläche etwa 1 Pf. zuzurechnen.

Das Besäen der Böschungen mit Grassamen kostet pro Ar etwa 1 bis 1,5 M.

Für die Bekleidung der Böschungen mit Flachrasen können dieselben Preise wie für diejenige mit Mutterboden angenommen werden.[50])

Mufs je nach der Beschaffenheit des zu bekleidenden Bodens vorher eine stärkere Schicht Muttererde aufgebracht werden, so vermehren sich die Kosten um den nach den Gewinnungs- und Transportpreisen zu ermittelnden Wert dieser Extraarbeit.

Das Planieren von Böschungen ohne weitere Bekleidungs- oder Befestigungsarbeiten erfordert bei leichten Bodenarten pro Ar 1 bis $1^1/_2$ Tagewerke, bei schweren $1^1/_2$ bis 3 Tagewerke.

Bei Steinpackungen zur Sicherung von Steindämmen erfordert das Aussuchen der Steine und Schichten derselben, ohne Anwendung von Werkzeugen, einen Arbeitsaufwand pro Kubikmeter von etwa 0,15 bis 0,2 Tagewerken.

Für das Bearbeiten der Aufsenflächen, Zusammenrichten der Steine mit dem Hammer nach Art eines rauhen Pflasters, sind aufserdem pro Quadratmeter je nach Beschaffenheit der Steine 0,1 bis 0,3 Tagewerke zu setzen.

Für die Herstellung von Trockenmauern aus Bruchsteinen in gutem Verbande mit Moos und Erde kann man je nach Beschaffenheit der Steine und der Arbeit pro Kubikmeter $^3/_4$ bis 1,5 Tagewerke annehmen.

Wo Felsböschungen in Einschnitten einer Regulierung bedürfen, ist für das etwaige Abschroten der vorspringenden Teile für das Losbrechen solcher Stücke, welche sich lösen könnten, für das Ausfüllen vorkommender Klüfte und Adern mit trockenem Mauerwerk oder guter Erde und Rasen ein mittlerer Zeitaufwand von $^3/_4$ bis 1 Arbeitsstunde pro Quadratmeter zu rechnen; je nach Beschaffenheit der Felsen und nach Art der verlangten Arbeit mehr oder weniger.

Im allgemeinen wird man die Regulierung von Felsböschungen auf das geringste zulässige Mafs beschränken.

Entwässerungsanlagen. Die beim Erdbau vorkommenden Entwässerungsanlagen bestehen, abgesehen von den in aufserordentlichen Fällen durch bergmännischen Betrieb hergestellten Wasserabzügen und gemauerten Durchlässen, wesentlich in der Drainierung des zu überschüttenden Terrains, des Planums, sowie der Einschnitte nebst deren Böschungen und dem angrenzenden Terrain durch Drainröhren, Sickerkanäle aus trockenen Steinen, durch offene Gräben, dann durch Buschwerk, Faschinen, Holzröhren u. dergl.

Die Kosten der hierher gehörigen Anlagen setzen sich zusammen aus den Preisen der Materialien und dem Arbeitslohn für Erdarbeiten und Einbringen der Materialien.

Erstere sind abhängig von den örtlichen Verhältnissen, für letztere sind die erforderlichen Angaben aus den früheren Angaben über Bodengewinnung, Transport etc. zu entnehmen, sodafs hiernach in jedem besonderen Falle die Preisermittelung leicht geschehen kann.

---

[50]) Nicht selten entstehen bei der Abrechnung der Erdarbeiten Differenzen mit den Unternehmern darüber, ob die Kubikmasse des geförderten Bodens nach den Profilen der rohen Einschnitte vor Bekleidung der Böschungen mit Muttererde, oder der fertigen Einschnitte nach Bekleidung der Böschungen gerechnet werden mufs.

Da bei den Voranschlägen, den Massenberechnungen und Dispositionen immer nur die fertigen Profile der Auf- und Abträge mafsgebend sind, so empfiehlt es sich die Verträge dahin zu vereinbaren, dafs bei der Abrechnung der Erdarbeiten in gleicher Weise immer nur diejenigen Quantitäten, welche zur Herstellung der definitiven Profile bis zu den ursprünglichen Terrainlinien erforderlich sind, in Anrechnung gebracht werden. Es folgt daraus, dafs wenn Boden zur Bekleidung der Böschungen aufserhalb des Bahnterrains gewonnen wird, die Masse derselben wie die der Seitenentnahmen nach den Preisen für Bodengewinnung und Transport besonders vergütet werden mufs.

Aufser den bereits erwähnten Nebenarbeiten führen wir nachstehend noch einige beim Erdbau häufig vorkommende an.

Für das Stampfen von Boden, wo solches besonders verlangt wird, kann pro Kubikmeter ein Arbeitsaufwand von etwa $^1/_2$ Arbeitsstunde gerechnet werden, bei einem Lohnsatze von 2 M. für 10stündige Arbeit also etwa 10 Pf.

Das Aussortieren und Aufsetzen von guten zu Mauerarbeiten verwendbaren Bruchsteinen aus dem Abtragsmaterial, einschliefslich eines Transportes bis 100 m, erfordert pro Kubikmeter einen Arbeitsaufwand von etwa 2 bis 3 Stunden (selbstredend als Zulage zu den Gewinnungspreisen zu vergüten, aber unter Abzug der Masse bei Berechnung des Transports);

das Aushalten und Aussetzen von Bettungsmaterial und Mauersand desgleichen $1^1/_2$ bis 2 Arbeitsstunden.

Unterhaltung des Bahnkörpers. Die zur Unterhaltung des Bahnkörpers während der Bauzeit erforderlichen Arbeiten bestehen in der Erhaltung der richtigen Höhe und Form der Erdkörper, in dem Ausfüllen der beim Setzen der Dämme und bei Regengüssen sich bildenden Risse und Furchen, um das Eindringen des Wassers zu verhüten, in der Wiederherstellung der durch Regen und Frost beschädigten Böschungen und ihrer Bekleidungen, in der Aufräumung verschlämmter Gräben und Offenhaltung aller weiteren Entwässerungsanlagen. — Die Bedeutung dieser Arbeiten hängt so sehr von der Bodenbeschaffenheit und den Witterungsverhältnissen ab, dafs es unmöglich ist, auch nur annähernd dieselben im voraus zu bestimmen.

Nach den Erfahrungen über ausgeführte Eisenbahnbauten kann man dafür einen Mittelsatz von etwa 5% der Herstellungskosten für Erd- und Böschungsarbeiten annehmen.

VI. Specialbedingungen für die Ausführung.

§ 24. Submissionsformular. Preis- und Massenverzeichnis. Specielle Bedingungen für die Übernahme von Erd-, Fels-, Planierungs- und Befestigungsarbeiten.

Bei Abschlufs der Arbeits- und Lieferungsverträge, worauf in dem folgenden Kapitel näher eingegangen werden wird, pflegt neben den für alle Arten von Unternehmungen gleichlautenden „allgemeinen Bedingungen“ auf die den verschiedenen Arbeitsobjekten eigenartigen „speciellen Bedingungen“ Bezug genommen zu werden. — Von letzteren führen wir hier specielle Bedingungen für Erdarbeiten an, welche von gröfseren deutschen Verwaltungen aufgestellten und in der Praxis bewährten Bedingungen entlehnt sind.

Der Vollständigkeit wegen ist auch ein dazu gehöriges Submissionsformular nebst einem Schema des Preis- und Massenverzeichnisses und der Transporttabelle beigefügt.

In diesem Schema des Preis- und Massenverzeichnisses ist vermieden, den Boden nach verschiedenen Kategorien aufzuführen, weil die spätere Feststellung der Bodenklassen fast immer zu Differenzen führt. Es ist nur die Möglichkeit offengehalten, die Bodenarten nach den Örtlichkeiten und nach Baustationen zu unterscheiden, wobei aber eine nachherige Bestimmung der Bodenklasse ausgeschlossen bleibt.

In den nachstehenden, nur als Beispiel geltenden Bedingungen ist angenommen (cfr. § 4), dafs die Schlufsrechnung nach Aufmessung der wirklich ausgeführten Arbeiten unter Zugrundelegung der in dem Preisverzeichnisse angegebenen Einheitspreise aufgestellt werde. Wird eine andere Art der Verdingung eingeführt, indem etwa der Gegen-

stand der Unternehmung auch hinsichtlich der Massen im voraus präcisiert wird und bei Abweichung von dem Projekte nur die hierdurch entstehenden Mehr- oder Minderarbeiten ermittelt, nach Einheitspreisen berechnet und bezw. der Kontraktsumme zu oder von ihr abgesetzt werden, so sind die Bedingungen in den betreffenden Paragraphen zu modifizieren.

Ähnliches tritt hinsichtlich des Submissionsformulars ein, wenn z. B., wie es häufig geschieht, dem Verdinge der von der Bauverwaltung angefertigte Kostenanschlag zu grunde gelegt und von den Submittenten ein Abgebot resp. Übergebot nach Prozenten gefordert wird.

In dem folgenden Kapitel werden wir hierauf zurückkommen.

Submission
auf Ausführung der Erd-, Fels-, Planierungs- und Befestigungsarbeiten
von Station . . . . bis Station . . . .

Unterzeichnete . . . . wohnhaft zu . . . . erkläre hiermit, nach genauer Kenntnisnahme der allgemeinen Bedingungen für die Ausführung von Bauarbeiten und Lieferungen vom (Datum) und der speciellen Bedingungen für die Übernahme von Erd-, Fels-, Planierungs- und Befestigungsarbeiten vom (Datum) die oben genannten Arbeiten für die in den nachstehenden Verzeichnissen bemerkten Preise ausführen zu wollen.

Indem . . . . . verbindlich mache, . . in allen Stücken die vorbezeichneten Bedingungen, welche . . . zum Zeichen der Anerkennung unterschrieben habe, . . zu erfüllen und indem . . . . . denjenigen Anordnungen unterwerfe, . . welche nach Mafsgabe der Bedingungen zur Erfüllung der Verbindlichkeiten gegen . . . verfügt werden sollten, hafte . . . . für die übernommenen Verpflichtungen mit . . . . . . Vermögen.

. . . . . , den . . ten . . . . . D . . Submitent.

Preis- und Massenverzeichnis
für die Ausführung der Erd-, Planierungs- und Befestigungsarbeiten
von Station . . . . . bis Station . . . . .

Pos.-No.	Gegenstand.	Preis für die Einheit in Buchstaben angegeben.	In Bezug auf die Submission		
			berechnete Einheiten.	Geldbetrag Mark	Pf.
1	Die Transporte sämtlicher Abtragsmassen werden nach der nachstehenden Tabelle (S. 413) bezahlt. Die vorkommenden Transportweiten sind nach der aufgestellten Massendisposition: a. . . . . cbm Werfen innerhalb der Profile und Transport bis 20 m b. . . . . cbm Transport von . . . . m Weite . . . . . . c. „ „ „ „ . . . . d. „ „ „ „				
2	1 cbm Erde oder Felsen zur profil- und bedingungsmäfsigen Herstellung des Bahnkörpers und aller Nebenanlagen ohne Unterschied der Qualität zu lösen, 3 m weit zu werfen oder in die Transportgeräte zu laden und vorschriftsmäfsig zu verbauen, einschl. der Planierung des Bahnkörpers nebst Nebenanlagen, der Ausrodung und seitlichen Ablagerung der auf dem Abtragsterrain befindlichen Wurzeln, Sträucher, Hecken und Stubben, der Herstellung und Planierung der Ab- und Auftragsböschungen und Gräben, der Wasserableitung, sowie endlich der Vor- und Unterhaltung sämtlicher Geräte, Sprengmaterialien und Zubehör; a. aus den Abträgen von Station . . . . . bis Station . . . . . . b. . . . . c.				

Pos.-No.	Gegenstand.	Preis für die Einheit in Buchstaben angegeben.	In Bezug auf die Submission	
			berechnete Einheiten.	Geldbetrag Mark Pf.
3	1 qm Böschungen nach Vorschrift der speciellen Bedingungen mit Flachrasen zu belegen, soweit solcher im Bahnterrain sich vorfindet oder mit fruchtbarer Erde, 0,15 m stark, zu bekleiden, die Plattierung gehörig abzustampfen und zu regulieren, einschliefslich aller zur Bildung einer kräftigen Grasnarbe weiter erforderlichen Arbeiten, einschliefslich ferner der vorherigen Gewinnung, seitlichen Ablagerung und späteren Wiederherbeischaffung des Rasens und der fruchtbaren Erde, der Anlieferung der zur kräftigen Begrünung erforderlichen Sämereien, sowie der Vor- und Unterhaltung sämtlicher Gerätschaften. Bemerkung. Der Boden, welcher an den Abtragsböschungen entfernt werden mufs, um durch fruchtbare Erde ersetzt zu werden, kommt weder unter Abtragsmassen noch sonst irgendwo besonders zur Verrechnung. Die Abtragsmassen werden nach dem Rauminhalt zwischen dem ursprünglichen Terrain und den Oberflächen der Böschungsbekleidungen ermittelt und bezahlt.			
4	1 qm Böschungspflaster aus bauseitig gelieferten Bruchsteinen, durchschnittlich 0,3 m stark, zu versetzen, dabei die Steine mit dem Schellhammer so weit zu bearbeiten, dafs Zwicker in den Ansichtsflächen vermieden werden.			
5	1 cbm Trockenmauerwerk desgl. (eventuell in Waldmoos) auszuführen, dabei die Steine für die Aufsenflächen soweit zu bearbeiten, dafs Zwicker vermieden werden, das Mauerwerk im Innern dagegen gut zu verzwicken.			
6	1 cbm der Hinterfüllung der Trockenmauer, resp. der Steindämme mit der Hand zu schichten.			
7	1 Ar des Grundplanums der Aufträge in Gehölzen, Gärten etc. von Baumstöcken, Sträuchern, Stubben und Wurzeln zu reinigen und das Holz zu beseitigen.			
8	1 Ar desgleichen in Hochwald.			
9	1 lauf. m Baum- oder Dornhecke im Grundplanum der Aufträge auszuroden und zu beseitigen.			
10	1 lauf. m Rigolen anzulegen, mindestens 0,3 m breit und durchschnittlich 0,4 m tief, mit Steinen auszupacken und mit Reisern, Moos oder Rasen zu bedecken, einschliefslich Beschaffung sämtlicher Materialien.			
11	1 qm Chaussierung mit Packlage, Beschotterung und Bekiesung nach specieller Vorschrift herzustellen, ausschliefslich Lieferung des Materials, aber einschliefslich des Transportes desselben vom Lagerplatz nach der Verbrauchsstelle bis 100 m Entfernung, und der erforderlichen Erdarbeiten zum Ausheben des Bettes, Einebenen des Planums, Regulieren und Befestigen der Bankette.			
12	1 qm Feldwege profilmäfsig zu regulieren, 0,1 m hoch mit Kies oder Steinschlag zu bedecken und bis zur gehörigen Befestigung zu unterhalten.			
13	1 qm Parallelwege neben der Bahn und andere Wege, welche keine weitere Befestigung erhalten, im Längen- und Querprofil zu regulieren und die etwa erforderlichen Seitengräben anzulegen.			
14	Bei Tagelohnsarbeiten kommen für 10 Stunden wirkliche Arbeitszeit einschliefslich Vorhaltung der Geräte zur Berechnung: a. für einen Schachtmeister oder Vorarbeiter . . . . . . b. für einen Erdarbeiter			

Preis-Tabelle
für die Erd- und Felstransporte, einschliefslich des Gerätegeldes und aller Nebenkosten.

Transportweite in m	Preis pro cbm gewachsenen Boden in Pf.	Transportweite in m	Preis pro cbm gewachsenen Boden in Pf.	Transportweite in m	Preis pro cbm gewachsenen Boden in Pf.
20	12	220	37	700	57
30	14	240	38	800	60
40	16	260	39	900	63
50	18	280	40	1000	66
60	20	300	41	1100	68
70	22	320	42	1200	70
80	23	340	43	1300	72
90	24	360	44	1400	74
100	25	380	45	1500	75
120	27	400	46	Für je 100 m mehr	—
140	29	450	48	bis 5000 m	—
160	31	500	50	Zulage	1
180	33	550	52	darüber hinaus	—
200	35	600	54	bis	—

Bei Steigungen werden für jedes Meter, um welches die Massen gehoben werden müssen, pro Kubikmeter vergütet:

für Transportweiten bis 100 m . . . . 3 Pf.
„ „ von 100 bis 500 m . . . 2 „
„ „ „ 500 „ 1000 m . . . $1^1/_2$ „
„ „ „ 1000 „ 1500 m . . . 1 „
„ „ über 1500 m . . . . $^1/_2$ „ .

Specielle Bedingungen für die Übernahme von Erd-, Fels-, Planierungs- und Befestigungsarbeiten.

§ 1. Gegenstand der Unternehmung ist die Ausführung der Erd-, Fels-, Planierungs- und Befestigungsarbeiten, welche zur Anlage der Eisenbahn . . . . auf der Strecke von Station . . . . bis Station . . . . sowohl zur Bildung des eigentlichen Bahnkörpers, als auch zur Anlage, Verlegung, Über- und Unterführung von Wegen und Wasserläufen erforderlich sind, einschliefslich der nötigen Arbeiten zur Befestigung und Sicherung der Böschungen.

§ 2. Die zu übernehmenden Arbeiten ergeben sich aus den behufs des Verdinges zur Einsicht ausgelegten Plänen und Berechnungen und sind in der Nachweisung über die Verteilung der Bodenmassen sowie in dem Massen- und Preisverzeichnisse des anliegenden Submissionsformulars summarisch aufgeführt.

Die in dem letzteren Verzeichnisse von dem Unternehmer mit Buchstaben anzugebenden Preise bleiben in dem Falle, dafs ihm der Zuschlag erteilt wird, für die Ausführung der zu verdingenden Arbeiten mafsgebend.

§ 3. Die Ausführung der Arbeiten hat nach den von der Bauverwaltung dazu ausgearbeiteten Plänen, Profilen, Nachweisungen etc. und nach der besonderen Anweisung des leitenden Baubeamten zu geschehen.

Abänderungen dieser Pläne und Profile bleiben in Gemäfsheit des § 6 der allgemeinen Bedingungen der Bauverwaltung vorbehalten. — Dadurch veranlafste Vermehrung oder Verminderung des Anschlagsquantums bis auf 10% des Letzteren hat der Unternehmer ohne Anspruch auf Erhöhung der Einzelpreise sich gefallen zu lassen.

Gleichzeitig mit dem Vertrage unterzeichnet Unternehmer zwei Exemplare der Längen- und Normalquerprofile, wodurch derselbe deren Richtigkeit anerkennt. Das eine Exemplar wird dem Unternehmer ausgehändigt, das andere bleibt bei der Bauverwaltung niedergelegt.

Der Unternehmer erhält ferner eine Kopie des Grundplanes der bezüglichen Strecke, auf welchem die zur Bahnanlage, sowie zu Bodenausschachtungen und Ablagerungen bestimmten Grundstücke mit ihren Begrenzungen verzeichnet sind.

Unternehmer hat in allen die Ausführung der Arbeit betreffenden, insbesondere aber in zweifelhaften Fällen von der Bauverwaltung sich schriftlich die erforderliche Information zu verschaffen. Mangel an Kenntnis der Pläne etc. entschuldigt in keinem Falle verzögerte oder mangelhafte Ausführung. —

§ 4. Der in dem Massen- und Preisverzeichnisse überschläglich angegebene Inhalt der berechneten Auf- und Abträge, ferner die in demselben aufgeführten mittleren Transportweiten, sowie die Beschaffenheit und Gleichförmigkeit der danach zu verarbeitenden Bodenart werden von der Bauverwaltung nicht gewährleistet. Der Unternehmer hat sich daher vor Abgabe seiner Forderung von der Richtigkeit der betreffenden Angaben Überzeugung zu verschaffen, bezw. seine Offerte dem Befunde gemäfs einzurichten, indem ihm unter keinerlei Umständen aus einer sich etwa später ergebenden desfallsigen Unrichtigkeit ein Recht zu Nachforderungen für die planmäfsige Herstellung des Bahnkörpers erwächst.

Bei Aufstellung der Schlufsrechnung werden, unter Zugrundelegung der von dem Unternehmer durch Unterschrift als richtig anerkannten Zeichnungen, die nach den Profilen der fertigen Abträge — also nach den von den Linien des ursprünglichen Terrains, der Oberfläche der Böschungsbekleidung, der Gräben und des Planums umschlossenen Profilen — sich ergebenden Massen in Ansatz gebracht.

Die mittleren Transportweiten werden für die einzelnen Arbeitspositionen durch Ermittelung der Schwerpunkte der Ab- und Auftragsmassen nach den Plänen und Profilen, und eventuell nach den an Ort und Stelle aufgenommenen, von dem ausführenden Baubeamten und dem Unternehmer bestätigten Notizen festgestellt.

Bei Seitenentnahmen werden etwaige durch die lokalen Verhältnisse bedingten Umwege bei Berechnung der Transportweiten berücksichtigt.

Ist der Boden mit Steigung zu transportieren, so werden für jedes Meter Höhendifferenz der Schwerpunkte der Auf- und Abtragmassen die in dem Preisverzeichnisse angegebenen Zulagen berechnet.

Bei Feststellung der gelösten und transportierten Bodenmassen werden nur volle Kubikmeter in Rechnung gestellt und zwar so, dafs Bruchteile unter einem halben Kubikmeter fortgelassen, hingegen Bruchteile von einem halben Kubikmeter und darüber für voll gerechnet werden.

§ 5. Die Mittellinie der Bahn wird auf dem Terrain von Seiten der Bauverwaltung mittels Markier- und Stationspfählen bestimmt, deren Nummern mit den entsprechenden Ziffern im Längen- Nivellementsprofile übereinstimmen.

Zur richtigen Bestimmung der Höhenlage der Bahnkrone, Grabensohlen etc. sollen in angemessenen Entfernungen, aufserdem wenn thunlich in den Gefällebrechpunkten, Pfähle als Festpunkte eingesetzt werden, deren Beziehung zu den Anlagen dem Unternehmer in einer besonderen Nachweisung angegeben wird. Die Grenzen der zur Entnahme oder Ablagerung von Boden bestimmten Seitenflächen werden mit Pfählen bezeichnet.

Die Kosten aller anderen Absteckungen mit Einschlufs der dazu erforderlichen Anschaffungen hat der Unternehmer aus eigenen Mitteln zu tragen.

§ 6. Das Schüttungsmaterial zu den Bahndämmen mufs nach näherer Vorschrift des leitenden Baubeamten im allgemeinen lagenweise aufgetragen und erforderlichen Falls festgestampft werden. Bei höheren Aufträgen und geeigneter Beschaffenheit des Materials sollen nach dem Ermessen jenes Beamten zwar auch sogenannte Kopfschüttungen zugelassen werden, doch darf die dabei vorgeschriebene Höhe in keinem Falle überschritten werden.

Die sich während der Arbeit am Fufse der Schüttungen ablagernden Erdklumpen und gröfseren Steine sind nach specieller Anordnung des Aufsichtspersonals zu zerkleinern resp. auszubreiten und gehörig zu packen, so dafs keine nachteiligen Zwischenräume verbleiben. In Fällen, wo das Schüttungsmaterial zu den Bahndämmen aus Felsabträgen erfolgt, mufs das Steinmaterial vorzugsweise zu unterst geschüttet und die Bahnkrone nebst den mit Mutterboden oder Rasen zu bekleidenden Böschungen, wenn möglich 0,8 m stark aus losem Boden gebildet werden, keinenfalls aber dürfen innerhalb dieses Mafses Steinstücke von mehr als 0,15 m Stärke vorkommen. Bei Dämmen, welche von gröfseren Gewässern bespült werden, sind die unteren Lagen, namentlich an der dem Wasser zugekehrten Seite, möglichst aus grofsen, dicht zu packenden Steinen zu bilden.

Ganz besonders streng ist darauf zu halten, dafs sich nirgends hohle Stellen in den Schüttungen bilden, sondern dafs letztere überall ganz dicht hergestellt werden.

Die in den Abträgen sich findende Bodenart, welche zum Auftrage entweder gar nicht oder nur durch Vermischung mit anderen Bodenarten geeignet ist, mufs der Unternehmer nach Vorschrift des Baubeamten aussetzen oder verarbeiten.

Bei Dammschüttungen auf einem stärker als ein Zehnteil geneigten Querabhange mufs das Terrain zuvor mit terrassenförmigen Einschnitten von mindestens 2 m Breite nach besonderer Vorschrift versehen

werden. Diese Arbeit wird auf Grund specieller Vermessung nach den für das Lösen des Bodens kontraktlich festgesetzten Einheitspreisen besonders vergütet.

Bei Arbeiten in schwerem Lehm und Thon mufs Unternehmer die Schüttung von Dämmen bei Frost auf Verlangen der Bauverwaltung einstellen, ohne den Vollendungstermin zu überschreiten.

§ 7. Der Unternehmer ist verpflichtet, die Gräben, Böschungen und Bankette, sowohl der Auf- als auch der Abträge, genau nach den vorgeschriebenen Profilen anzulegen und ohne besondere Vergütung regelmäfsig und sauber zu planieren.

Insoweit es von der Bauverwaltung verlangt wird, ist Unternehmer verpflichtet, die obere fruchtbare Erdschicht aller Flächen, welche abgetragen oder beschüttet werden, nach Erfordernis 0,15 m bis 0,3 m tief abzugraben. Auf Wiesen und Weiden, wo sich geeigneter Rasen findet, mufs derselbe in regelmäfsigen Platten von mindestens 0,1 m Stärke abgestochen werden. Boden und Rasen ist seitwärts abzulagern und zur Bekleidung der Böschungen und Bankette zu verwenden.

In allen Fällen, wo die Bekleidung der Böchungen mit fruchtbarer Erde auszuführen ist, darf dieselbe, sofern nicht von der Bauverwaltung ausdrücklich eine geringere Stärke gefordert wird, nirgends weniger als 0,15 m, rechtwinklig zur Böschung gemessen, stark werden und ist die Oberfläche der Böschungen, namentlich in den Einschnitten, so vorzubereiten, dafs ein Abrutschen der aufgebrachten Bekleidung nicht stattfinden kann. Wenn die Böschungen mit Rasen bekleidet werden, ist unter denselben eine 0,1 m starke Schicht fruchtbarer Erde anzubringen.

Auf den mit Mutterboden bekleideten Dossierungen ist durch Einsäen von Gräsern, welche der Unternehmer in einer der Bodenqualität entsprechenden Mischung zu liefern hat, eine kräftige Begrünung zu erzeugen und dieselbe bis zur Abnahme des Baues sorgfältig zu pflegen.

Die Steinpackungen zur Bekleidung der den Fluten ausgesetzten Dossierungen, und zur Befestigung schlechter Stellen in den Abträgen, sowie die zum Abstützen steiler Dossierungen, zur Einfassung von Bahngräben und dergleichen mehr, auf besondere Anordnung des Abteilungsbaumeisters zu errichtenden trockenen Mauern sind mit bestmöglicher Benutzung der zur Verfügung stehenden Bruchsteine in gutem Verbande nach specieller Angabe solide aufzuführen. Zu den äufseren, in Moos und Erde zu versetzenden Schichten, sowie zur Abgleichung dieser Mauern sind die regelmäfsigsten Steine auszuwählen und die Köpfe derselben hammerrecht zuzurichten.

Die gegen Unterspülungen anzuwendenden Steinvorwürfe müssen aus festen Steinen von mindestens 0,03 cbm Inhalt sorgfältig geschüttet werden; namentlich ist die äufsere, dem Angriffe des Wassers ausgesetzte Lage unter Benutzung gröfserer Steine möglichst glatt und dichtschliefsend herzustellen. Baggerarbeiten, welche zu tieferem Versenken solcher Steinschüttungen etwa für nötig erachtet werden, sollen entweder dem Unternehmer nach einem besonderen Abkommen vergütet oder aber für Rechnung der Bauverwaltung anderweit ausgeführt werden.

Der Flächeninhalt der bekleideten Böschungen, sowie der Kubikinhalt der angefertigten Steinvorwürfe und trockenen Mauern wird nach, resp. während der Herstellung unter Zuziehung des Unternehmers speciell ermittelt.

§ 8. Wenn Schüttungsmaterial durch Seitenentnahme resp. durch Flufsverlegungen zu gewinnen oder Abtragsboden neben der Bahn auszusetzen ist, mufs dies nach den näheren Bestimmungen der Baubeamten in Bezug auf Anlage und Planierung der Böschungen, sowie in Bezug auf Abgleichung und Profilierung der Sohlen und Oberflächen mit derselben Regelmäfsigkeit, als bei den Auf- und Abträgen des Bahnkörpers geschehen.

Der Fufs der Böschung von seitlich ausgesetztem Material mufs von dem Rande des angrenzenden Einschnitts in der Regel mindestens ein Meter entfernt bleiben; ebensoweit die Kante der Schachtgruben von dem Fufse der Bahndämme. Der verbleibende Zwischenraum ist in beiden Fällen ohne besondere Entschädigung nach Vorschrift zu planieren.

Die Dossierungen der Schachtgruben und des Aussatzbodens werden nach dem Ermessen des Abteilungsbaumeisters geeigneten Falls in gleicher Art und zu demselben Preise wie die Böschungen des Bahnkörpers mit Mutterboden bekleidet und begrünt. Wird nach Bestimmung dieses Beamten auch die Sohle einer Schachtgrube oder die Oberfläche einer ausgesetzten Bodenmasse mit fruchtbarer Erde bekleidet und besamt, so gelten für die Art der Ausführung zwar die sonstigen Bestimmungen, als Entschädigung dafür werden jedoch nur drei Vierteile des für gleichartige Böschungsarbeiten geltenden Kontraktpreises bewilligt.

§ 9. Wenn in den Einschnitten sich Quellen oder Durchsickerungen zeigen, so hat der Unternehmer ohne besondere Vergütung die nötigen Vorkehrungen zu treffen, um dieselben möglichst unschädlich zu machen und das Wasser während der Arbeit aus den Einschnitten zu entfernen. Auch ist der-

selbe verpflichtet, auf eigene Kosten die vollständige Entwässerung des Grundplanums der Dammschüttungen durch Anlage von Sickerkanälen und Anwendung sonstiger zweckentsprechender Sicherheitsmafsregeln nach specieller Anordnung zu bewirken.

§ 10. Der Unternehmer ist gehalten, die Verfüllung und Überschüttung der auf seiner Entreprise-Strecke vorkommenden Bauwerke nach den speciellen Anordnungen des Abteilungsbaumeisters und zwar bei Erdmaterial mittels Schippe und Handkarre, wobei die Erde lagenweise festgestampft werden mufs, bei Steinmaterial durch schichtenmäfsiges Umpacken mit der Hand zu bewirken. Jeden Schaden, welcher durch ein unvorsichtiges Verschütten vollendeter oder in der Ausführung begriffener Bauwerke seitens des Unternehmers herbeigeführt werden möchte, hat derselbe aus eigenen Mitteln zu tragen.

Treten in der Vollendung der Bauwerke Verzögerungen ein, so kann der Unternehmer auf eine besondere Entschädigung dafür keinen Anspruch machen, vielmehr ist derselbe verpflichtet, die in solchen Fällen zur Herstellung der übrigen Planumsstrecken etwa notwendig werdenden Interimsbrücken auf seine Kosten anzulegen und wieder abzubrechen.

Der Unternehmer ist gehalten, die übernommenen Arbeiten so einzurichten, dafs die Ausführung der Bauwerke nicht gehindert wird.

§. 11. Sämtliche Erd-, Planierungs- und Befestigungsarbeiten sind, den vorstehenden Bestimmungen gemäfs, mit der nötigen Sorgfalt auszuführen und zu unterhalten, sodafs sich dieselben bei der Abnahme in völlig plan- und regelmäfsigem Zustande befinden.

Namentlich hat der Unternehmer schon beim Schütten der Dämme das Setzen derselben, sowie ein etwaiges Nachsinken des Untergrundes wohl zu berücksichtigen, indem daraus weder ein Entschuldigungsgrund für die planwidrige oder unregelmäfsige Beschaffenheit des Bahnkörpers, noch ein Anspruch auf Ersatz der durch Nachhöhung und Regulierung entstehenden Kosten abgeleitet werden kann.

§ 12. Finden sich in den Abträgen Steine, Kies oder Mauersand, welche Materialien von dem leitenden Baubeamten zu anderweitigen baulichen Zwecken für geeignet erkannt werden, so sind dieselben nicht zu den Dammschüttungen zu verwenden, sondern nach besonderer Weisung des betreffenden Baubeamten seitlich der Bahn oder auf dem Planum derselben in regelmäfsigen Haufen abzulagern oder aufzusetzen.

Für das Aussortieren, Zurücksetzen und Aufruten dieser der Bauverwaltung zur Verfügung gestellten Materialien, einschliefslich des Transportes derselben auf eine Entfernung bis einschliefslich 50 m erhält der Unternehmer als Zulage zu den Gewinnungskosten eine besondere Vergütung, welche beträgt:

a. für 1 cbm der zu Maurerarbeiten tauglichen Steine . . . . 0,50 M.
b. für 1 cbm der zu Steinpflaster, Steinschüttungen, Steinschlag etc. tauglichen Steine . . . . 0,40 „
c. für 1 cbm Bettungskies oder Mauersand . . . . 0,30 „

Diese Vergütungen werden pro cbm der vorbezeichneten Materialien in aufgerutetem Zustande gewährt.

Erfordert die Aussetzung des Materials einen Transport von mehr als 50 m, so wird der Mehrtransport nach den Einheitssätzen des Preisverzeichnisses und zwar mit der Differenz der Preise für den wirklich geleisteten Gesamttransport und für den Transport auf 50 m Entfernung besonders vergütet; hierbei aber ausdrücklich bemerkt, dafs für die Transportrechnung 1 cbm Steine gleich 0,8 cbm gewachsenen Boden, 1 cbm Kies oder Sand gleich einem Kubikmeter in ungelöstem Zustande gerechnet wird.

Bei der Berechnung der Transportkosten der zu den Dammschüttungen geförderten Massen werden die ausgesetzten Materialien in Abzug gebracht.

§ 13. Der Unternehmer hat die übernommenen Arbeiten spätestens acht Tage nach erhaltener Aufforderung zu beginnen und dann mit gleichmäfsiger Thätigkeit so zu betreiben, dafs dieselben zu folgenden Terminen vollendet sind:

. . . .

Auf Witterungsverhältnisse wird keine Rücksicht genommen, dagegen wird vorausgesetzt, dafs der Unternehmer das zur Arbeit nötige Terrain rechtzeitig überwiesen erhält.

Sollte der Unternehmer durch verspätete Überweisung von Grundstücken in der Ausführung der betreffenden Arbeiten wirklich aufgehalten werden, so sollen die oben angegebenen Vollendungstermine entsprechend verlängert werden, jedoch ohne dafs dem Unternehmer irgend welche Entschädigungsansprüche für derartige Verzögerungen erwachsen.

Die Bauverwaltung ist berechtigt, von dem Unternehmer jederzeit die Inangriffnahme und die vorzugsweise Förderung derjenigen Arbeiten, welche sie aus irgend einem Grunde für besonders dringlich hält, zu fordern und hat Unternehmer ohne jeden Entschädigungsanspruch den bezüglichen Anordnungen

des leitenden Baubeamten, namentlich auch hinsichtlich der aufzuwendenden Arbeitskräfte, unweigerlich nachzukommen.

Um die Bauverwaltung in den Stand zu setzen, sich über das Vorhandensein eines der gegebenen Zeit und dem Umfange der Arbeiten entsprechenden Fortschritts derselben zu vergewissern, soll der Unternehmer auf Verlangen regelmäfsige Wochen- oder Monatsrapporte an den leitenden Baubeamten einreichen, welche die in Thätigkeit gewesenen Arbeitskräfte nachweisen und eine Übersicht der geschehenen Leistungen enthalten müssen.

Werden die übernommenen Leistungen in der festgesetzten Zeit nicht vollendet, so verfällt der Unternehmer, so lange die Bauverwaltung von ihrem Rechte, die Arbeiten anderweit ausführen zu lassen, keinen Gebrauch macht, für jede Woche, um welche die Ausführungsfristen überschritten werden, in eine von seinem Guthaben oder der gestellten Kaution ohne weiteres in Abzug zu bringende Konventionalstrafe von ein Drittel Prozent der Kontraktsumme.

§ 14. Unmittelbar nach bedingungsmäfsiger Vollendung der Arbeiten, welche den Gegenstand der Entreprise bilden, werden dieselben von der Bauverwaltung vorläufig übernommen, und kann das Planum von diesem Zeitpunkte an seitens der Bauverwaltung zu Materialientransporten benutzt werden.

Nach der vorläufigen Übernahme bleibt der Unternehmer noch neun Monate hindurch für die Regelmäfsigkeit jener Arbeiten verhaftet und verbunden, alle zur normalmäfsigen Instandhaltung derselben notwendigen Nachhülfen und Reparaturen auf eigene Kosten zu besorgen.

Mit dem Zeitpunkte, wo seitens der Bauverwaltung das Bahngestänge definitiv auf das Planum der Bahn gelegt wird, endet die Verantwortlichkeit des Unternehmers für die richtige Höhenlage der Bahnkrone, während alle anderen Verpflichtungen vollständig bestehen bleiben.

Erst nach Ablauf jener neun Monate werden die in Entreprise ausgeführten Arbeiten definitiv übernommen. Dabei mufs der Unternehmer den Bau mit allem Zubehör in völlig gutem, plan- und kontraktmäfsigem Zustande übergeben und, wenn sich bei der Revision etwas zu erinnern findet, die gerügten Mängel und Fehler unweigerlich beseitigen, widrigenfalls dies von der Bauverwaltung auf seine Kosten geschehen wird.

Nach der definitiven Übergabe haftet der Unternehmer nur noch für solche Schäden, welche als Folge schlechter Ausführung erweislich gemacht worden und bei der Abnahme nicht sichtbar gewesen oder verheimlicht worden sind.

§ 15. Wenn sich bei Terrainausgrabungen Kunstgegenstände, Altertümer, Schätze oder naturhistorische Merkwürdigkeiten finden, so sind diese Gegenstände als ausschliefsliches Eigentum der Eisenbahnverwaltung zu betrachten und sofort an den betreffenden Abteilungsbaumeister abzuliefern.

Dagegen sollen den Findern nach dem Ermessen der Bauverwaltung Prämien für die gute Erhaltung dieser Gegenstände zugebilligt werden.

. . . . . . den . . ten . . . Die Direktion.

Vorstehende Bedingungen werden in Bezug auf . . . Anerbieten von . . . . als mafsgebend anerkannt.

. . . . . . den . . ten . . . D . . Unternehmer.

Litteratur.

Henz. Praktische Anleitung zum Erdbau. 3. Aufl. 1874, bearbeitet von Streckert.

Plefsner. Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen. 3. Aufl. 1873.

Winkler. Vorträge über Eisenbahnbau.

Etzel. Besondere Vorschriften für den Baudienst der Eisenbahn von Innsbruck nach Botzen. Wien 1869.

Etzel. Bedingungsheft für die Vergebung von Bauarbeiten der k. k. priv. Franz-Josef-Eisenbahn. 1859.

Instruktion über die Bauausführung der Brennerbahn. Für die bauleitenden Beamten zusammengestellt von der Bauinspektion Innsbruck. 2. Aufl. Wien 1872.

Goschler. Traité pratique de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer. Paris 1864.

Heyne, W. Der Erdbau in seiner Anwendung auf Strafsen und Eisenbahnen. Wien 1874.

Perdonnet. Traité élémentaire des chemins de fer. Paris 1865.

Perdonnet et Flachat. Nouveau portefeuille de l'ingenieur des chemins de fer. 1866.

Becker. Allgemeine Baukunde des Ingenieurs. Stuttgart 1865.

Hottenroth. Beitrag zur Geschichte des Erdbaues.

Hottenroth. Beiträge zur Geschichte der Grabmaschinen und der maschinellen Grabarbeit. Zeitschr. f. Bauk. 1882.

Mahler, J. Die Sprengtechnik der Jetztzeit und ihre Hülfsmittel im Dienste des Eisenbahnwesens. Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw. 1875.

Mahler u. Eschenbacher. Die Sprengtechnik im Dienste der Civiltechnik. 8°. Freiberg 1882.

Sonne. Erdtransportwagen. Handb. f. spec. Eisenb.-Technik. Bd. II, Kap. XV.

Putzrath. Muldenförmige Erdtransportwagen. Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw. 1876.

Schnitger. Über den Trockenbagger (steam navvy) von Ruston & Proctor. Zeitschr. d. hann. Arch.- u. Ing.-Ver. 1878. S. auch Masch.-Konstr. 1878.

Seitenkipper vom Gotthard-Tunnelbau. Zeitschr. d. hann. Arch.- u. Ing.-Ver. 1878.

Doppelseitenkipper von Kayser. Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw. 1879.

Referat über die Frage „Welche Wagenkonstruktionen und Abstürzvorrichtungen sind für Erdtransporte auf interimistischen Eisenbahnen am meisten zu empfehlen?“ Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw. Supplement. Bd. 3. 1869.

Hellwag. Bericht über den Bau und den Bestand der österreichischen Nordwestbahn. 1873.

Funk, A. Mitteilungen über den Bau der Venlo-Hamburger Eisenbahn.

Seefehlner, J. Die Temesvar-Orsovaer Eisenbahn. Zeitschr. f. Bauk. 1882.

Seefehlner, J. Die Karlstadt-Fiumaner Bahn und der Hafen von Fiume. Zeitschr. f. Bauk. 1881.

Mohr. Über Erdförderung auf Interimsbahnen. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover. 1865.

Rumpf. Bemerkungen über die Erdförderung mittels Lokomotiven beim Bau der Bahnstrecke von Göttingen bis zum Rischenkruge auf der hannoverschen Südbahn. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover. 1855.

Wiebe, F. Der Bau des Bottropper Einschnitts in der Rheinischen Eisenbahn Duisburg-Quakenbrück. Zeitschr. d. hann. Arch.- u. Ing.-Ver. 1881.

Rziha. Der englische Einschnittsbetrieb. Ein Beitrag zum Erdbau. Berlin 1872.

Hennings. Aus dem Erdbau. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover. 1870.

Der Etagen- und Stollenbau im Bahneinschnitt No. 12 der Istrianer Staatsbahn. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch-Ver. 1880.

Hoffmann. Die Kosten der Erd- und Felsbewegungsarbeiten. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1861.

Oberbeck. Über Herleitung und Anwendung von Preistabellen für Erdtransporte. Deutsche Bauz. 1871.

Lang, Gustav. Über Erdtransportkosten. München 1879. Zeitschr. f. Bauk. 1879.

Osthoff, Georg. Hülfsbuch zur Anfertigung von Kostenberechnungen im Gebiete des gesamten Ingenieurwesens. Leipzig 1879.

Göring, A. Massenermittelung, Massenverteilung und Transportkosten bei Erdarbeiten. Centralbl. d. Bauverw. 1881.

Schmoll v. Eisenwerth. Erfahrungsresultate über Schiebtruhentransporte bei Erdbewegungen. Glaser's Annalen. 1881.

Launhardt. Das Massennivellement. 2. Aufl. Hannover 1877.

Bleichert, A. Über eine zum Erdtransport bei der Strafsburger Befestigung ausgeführte Drahtseilbahn. Deutsche Bauz. 1877.

IV. Kapitel.

Bauleitung.

Bearbeitet von

Gustav Meyer,
Bauinspektor a. D. in Berlin.

(Hierzu die Zeichnungstafel XVI.)

---

§ 1. Einleitung. Die organisatorischen Einrichtungen zur erfolgreichen Durchführung eines gröfseren Baues bestehen zunächst in der festen Gliederung der einzelnen Dienststellen und in der Regelung des geschäftlichen Verkehrs, durch welche die Einheitlichkeit der Behandlung der verschiedenen Dienstsachen herbeigeführt, die Übersichtlichkeit gefördert und die Kontrole erleichtert werden soll. Weiter umfassen dieselben die im Interesse der Arbeiter und in Befolgung der polizeilichen und regiminellen Vorschriften zu treffenden Anordnungen.

Die Organisation des technischen und administrativen Personals ist in nicht geringem Grade von dem Verhältnisse abhängig, in welches die Bauverwaltung zu den Produzenten der für den Bau unmittelbar erforderlichen Arbeitsobjekte tritt. Es ist daher angezeigt, die Besprechung der hier auftretenden Fragen mit letzterem Gegenstande zu beginnen. Dabei werden wir uns mit der Stellung der Bauverwaltung zu den ausführenden Organen zu beschäftigen haben (§ 2), mit dem Wesen der verschiedenen Arten des Verdinges (§ 3) und mit dem Verfahren bei Vergebung der Arbeiten (§ 4), mit den allgemeinen Vertragsbedingungen (§ 5), sowie mit den Formen der schriftlichen Verträge und dem Abschlufs derselben (§ 6). Daran schliefsen wir die Besprechung der Organisation des Baupersonals (§ 7), des finanziellen Teiles der Baugeschäfte (§ 8), der Geschäftsberichte (§ 9), und endlich der Organisation der Arbeiter (§ 10).

Wo es wünschenswert erscheint, werden wir auch die Verhältnisse in aufserdeutschen Ländern in den Bereich unserer Untersuchung hereinziehen, da gerade die technisch administrativen Einrichtungen des Auslandes manche Anhaltspunkte für die Entscheidung wichtiger Fragen, welche die deutschen Techniker in den letzten Jahren beschäftigt haben, liefern.

§ 2. Bauausführungen in Regie und Entreprise.

Nach den Beziehungen, in welche bei Bauausführungen die Bauverwaltung zu den ausführenden Parteien tritt, ist der Bau in Regie von dem in Entreprise zu unterscheiden. Der Begriff des Regiebaues, wenn er auch verschieden gedeutet werden mag[1]),

---

[1]) Mit dem Worte Regie ist keineswegs immer derselbe Sinn verbunden. Nach der Denkschrift des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieurvereine über die Vergebung von Bauarbeiten und Bauaccorden

umfafst im wesentlichen die Ausführung unter eigener Verwaltung (Regie), wobei also die Baubehörde direkt in das Verhältnis des Arbeitgebers zu den ausführenden Arbeitern tritt, während beim Entreprisebau die Mittelperson des Unternehmers hinzukommt.

Bei ersterem ist nicht lediglich an ein Lohnverhältnis der einzelnen Arbeiter zur Bauverwaltung zu denken, sondern vorzugsweise an die Beschäftigung von Arbeiterverbänden (Schächten), welche unter Führung eines Vormannes (Schachtmeisters, Poliers und dergleichen) Bauausführungen gegen Accordsätze übernehmen.

Beim Entreprisebau dagegen hat der Unternehmer den Arbeitern gegenüber die Stellung des Arbeitgebers und paktiert auf eigene Verantwortung, nicht im Namen der Arbeiter, mit der Bauverwaltung.

Der eigentliche Regiebau in der oben gegebenen Bedeutung kommt hauptsächlich bei den nicht durch Handwerker betriebenen Arbeiten, insbesondere Erdarbeiten und ähnlichen Ausführungen zur Anwendung, während die gewerblichen Arbeiten der Handwerker meist, auch bei Vermeidung der Grofsunternehmung, an Mittelspersonen, Handwerkmeister etc. vergeben zu werden pflegen.

Regie und Entreprisebau sind daher wesentlich in ihrer Anwendung auf Arbeiten der ersten Art zu beurteilen, bei denen der Erfolg vornehmlich durch geschickte Dispositionen und durch einen geregelten Betrieb bedingt wird.

Umsicht und auf Erfahrung gegründetes Urteil, neben der Fähigkeit, den Handarbeitern gegenüber die erforderliche Autorität aufrecht zu erhalten und durch eine richtige Behandlungsweise das Zutrauen der Leute zu erwecken, sind Eigenschaften, welche die mit der Leitung der Ausführung beauftragten Persönlichkeiten in hohem Grade besitzen müssen.

Wo das System des Entreprisebaues längere Zeit besteht, hat dasselbe neben tüchtigen Unternehmern eine Klasse von Leuten herangebildet, welche bei einer rein praktischen Richtung geeignete Vermittler sind zwischen den Organen der Bauverwaltung und den Arbeitern, die, bei ihrer längeren Thätigkeit in ganz speciellen Teilen der Ausführung, die betreffenden Arbeiten von Grund auf kennen gelernt und bei einiger Routine in Geschäftssachen, in dem Ankauf von Materialien, in der Beschaffung und Ausnutzung von Geräten, von Pferden, in Wirtschaftssachen u. s. w. ihre Erfahrung in höchst nützlicher Weise zur Geltung bringen.

Nicht selten wird die Frage aufgeworfen, weshalb ein solches Personal der Bauverwaltung nicht ebensowohl zur Verfügung stehe, wie einem Unternehmer. Der Grund ist, dafs in der bei gröfseren Verwaltungen bestehenden Rangordnung der Beamten die

---

nennen Einige schon die Ausführung mit den Handwerksmeistern Regiebau, die Meisten verstehen jedoch darunter diejenige Ausführungsweise, bei welcher die Bauverwaltung die Materialien selbst beschafft, und nur die Handarbeiten in kleinen Partien an Obmänner von kleinen Arbeitergesellschaften und an kleine Meister, oder auch, wo es unschwer geschehen kann, wie bei Steinhauerarbeiten, an die Gesellen selbst für im voraus festgesetzte Preise pro Mafseinheit oder pro Stück vergibt.

Der Breslauer Verein gebraucht das Wort „Regie" schon für solche Bauausführungen, wo das Bauobjekt blos in Handwerkskategorien verteilt und an Handwerksleute der einschlägigen Art verdungen wird, wenn dieses auf Grund von Preislisten und nicht gegen Pauschsummen geschieht. Die Pauschsummen sind in Schlesien nicht blos bei Generalentreprisen, sondern auch bei den Accorden mit Schreinern, Glasern, Schlossern etc. nicht selten.

Regiebauten, bei denen die Arbeiten nicht blos mit Arbeitergruppen, sondern (wie das bei Steinhauerarbeiten leicht möglich) mit den einzelnen Gesellen nach im voraus festgesetzten Preisen verdungen werden, sind überall in Deutschland nur ausnahmsweise im Gebrauche, weil sie dem Baumeister viel zu thun geben, und weil sie auch nur bei einem sehr tüchtigen und praktisch erfahrenen Hülfspersonal an Bauführern und Polierern mit gutem Erfolge durchgeführt werden können.



bezeichneten rein aus der Praxis hervorgegangenen Personen nicht die selbständige und lukrative Stellung finden, welche sie verlangen. Der Geschäftsführer einer Unternehmung, welcher seine ganze Thätigkeit den auf das specielle der Ausführung gerichteten Arbeiten widmet, hier, ohne durch bureaukratische Einrichtungen, durch schematische Instruktionen und die freie Bewegung hemmendes Formenwesen gebunden zu sein, selbständig disponiert und verwaltet und durch Beteiligung an dem Gewinn auch pekuniär bei dem Unternehmen interessiert zu sein pflegt, wird nicht leicht versucht werden, einer Bauverwaltung seine Kraft zu leihen, weil diese aus Rücksichten, welche sie gegen ihren höheren Beamten zu nehmen hat, kaum in der Lage ist, einem solchen Manne eine ihm zusagende Stellung anzuweisen.[2])

Unter den für die höheren Stellen vorgebildeten jüngeren Beamten finden sich wohl auch einzelne, die Neigung und Fähigkeit haben, sich in die erwähnten Geschäftszweige rasch einzuarbeiten. Im ganzen gehören dieselben aber zu den seltenen Ausnahmen; die mit ihrem Bildungsgange in innigem Zusammenhange stehenden Ansprüche und Anschauungen werden ihnen in der Regel verbieten, auf ein so enges Feld der Praxis sich zu beschränken.

Ein tüchtiger Unternehmer bildet mit den Untergebenen, die er sich herangezogen hat und die er bei seiner Bekanntschaft mit deren Befähigung für bestimmte Arbeiten besser als jeder andere ausnutzen kann, ein fertiges Korps, welches also nicht für jeden neuen Bau besonders organisiert zu werden braucht. Ein so geschultes Personal steht einer Bauverwaltung auch deshalb in der Regel nicht zur Verfügung, weil die leitenden Persönlichkeiten naturgemäfs zu häufig wechseln und bei der Vielseitigkeit der Arbeiten, welche den Baubeamten obliegen, die Möglichkeit eines so festen Zusammenhanges zwischen den einzelnen Organen ausgeschlossen ist.

Bei dem Entreprisebau tritt eine wünschenswerte Trennung der Arbeiten ein. Der Unternehmer besorgt die unmittelbare Ausführung, für deren Güte er verantwortlich bleibt, während die Bauverwaltung ihre ganze Kraft der technischen Bauleitung und der Überwachung der guten Ausführung widmen kann. Die Organisation des Dienstpersonals wird dadurch in hohem Grade vereinfacht, und damit ein Vorteil erreicht, welcher bei ausgedehnten Bauausführungen und namentlich in Zeiten reger Bauthätigkeit von gröfster Bedeutung wird.

Wenn zu gunsten des Regiebaues häufig betont wird, dafs derselbe billiger als der Entreprisebau sei, weil der Gewinn des Unternehmers fortfalle, so widersprechen dem die Erfahrungen vieler Verwaltungen.[3])

Es ist fast unausbleiblich, dafs beim Regiebau, selbst über wichtige Arbeiten, jüngere Techniker disponieren, die, wenn auch theoretisch gut vorgebildet, doch nicht die für solche Dispositionen nötigen Erfahrungen haben, deshalb entweder experimentieren oder dem ihnen untergeordneten Personal zu sehr freie Hand lassen; daraus entstehen grofse pekuniäre Nachteile, die gar zu oft den im anderen Falle von einem tüchtigen Unternehmer erzielten Gewinn weit überwiegen.

Die Frage über den Vorzug des Regie- oder Entreprisebaues ist hiernach in erster Linie eine Personalfrage. Leistungsfähige und zuverlässige Unternehmer mit einem tüch-

[2]) Einzelne Verwaltungen haben wohl den Ausweg gewählt, dafs sie erfahrenen Unternehmern einen mäfsigen Jahresgehalt garantiert und aufserdem einen bestimmten Anteil an den Ersparungen gegen die Anschlagssumme zugesichert haben. Dafs aber solch ein Weg nur als Notbehelf angesehen werden darf und zu der strengen Organisation eines gröfseren Verwaltungskörpers nicht pafst, liegt auf der Hand.

[3]) Siehe hierüber die in Note 4 (zu § 3) angezogene Quelle.



tigen Stamm von Untergebenen und Arbeitern auf der einen Seite, ein gut gegliedertes und erfahrenes Beamtenpersonal auf der anderen Seite, werden zu gunsten des einen oder des anderen Systems in die Wage fallen.

Ferner ist der Umstand zu beachten, dafs beim Beginn eines Baues der Verwaltung grofse Kosten durch die Herbeischaffung des erforderlichen Inventars an Geräten erwachsen, welche nach Vollendung des Baues oft nur einen geringen Erlös ergeben, während beschäftigte Unternehmer, die von einem Bau zum anderen gehen, die Geräte leicht wieder verwenden können, also auch von vornherein geneigt sein werden, ein gröfseres Kapital zur Erhaltung eines für den Betrieb vorteilhaften, wenn auch kostspieligen Materials aufzuwenden.

In England ist man von den Vorzügen des Entreprisesystems so sehr überzeugt, dafs man es dort bei fast allen gröfseren Bauten anwendet, aber mit vorsichtiger Auswahl unter den um die Ausführung sich bewerbenden Unternehmern.

Auch in Frankreich und den meisten Ländern, in denen gröfsere Bauten in den letzteren Jahren ausgeführt sind, bildet das Entreprisesystem die Regel.

In Deutschland hat der Mangel an einer hinreichenden Zahl genügend durchgebildeter, solventer und zuverlässiger Unternehmer, dann auch der Mifserfolg bei manchen früheren von Unternehmern ausgeführten Bauten, welcher zum grofsen Teil auf Personalverhältnisse zurückzuführen ist, dem Entreprisesystem noch nicht allgemein den Anhang unter den Ingenieuren verschafft, welcher in anderen Ländern besteht. Die Vorurteile, mit welchen man dasselbe oft betrachtet hat, scheinen indessen allmählich zu verschwinden.

Als ein nicht zu unterschätzender Vorteil des Regiebaues wird bei uns noch angeführt, dafs er eine vortreffliche Schule für die praktische Ausbildung der jungen Bautechniker abgebe, weil bei ihm eine gründliche Kenntnis der Details der Ausführung unentbehrlich sei und die jüngeren Bautechniker unwillkürlich darauf hingewiesen würden, sich solche anzueignen. Dieser Vorteil besteht ohne Zweifel und hat sicher dazu beigetragen, bei den im Regiebau geschulten Beamten eine Vorliebe für dieses System zu erhalten.

Sein Wert darf aber auch nicht überschätzt werden; mit ihm ist wieder die Gefahr verbunden, dafs die eingehende Beschäftigung mit den Details der Ausführung den Gesichtskreis beschränkt, den raschen Überblick hemmt und wohl tüchtige Specialisten, aber keine Disponenten für grofse Verhältnisse heranbildet. Mit dem Regiebau sind in einzelnen Teilen Deutschland noch in neuester Zeit sehr günstige Erfolge erzielt[4]), im allgemeinen aber hält man jetzt eine Bauausführung durch besondere Unternehmer für die einzelnen Arbeitskategorien für die vorteilhafteste.

Das Nähere hierüber wird in dem folgenden Paragraphen behandelt.

---

[4]) Über den Wert des Regiebaues bei Eisenbahnausführungen in Vergleich mit dem Accordbau (Entreprisebau) hat sich der Minister der württembergischen Verkehrsanstalten in einem vor einigen Jahren an den König erstatteten Berichte, wie folgt geäufsert:

„Der Accordbau bildet die Regel, insbesondere wenn die Konkurrenzverhältnisse günstig und tüchtige Unternehmer sich zeigen. Wenn sich die Bauverhältnisse nicht genau erheben liefsen, so stellen sich dieselben bei der Bauausführung öfters günstiger oder ungünstiger heraus, als in den Überschlägen angenommen ist. Im ersteren Falle ergeben sich Vorteile, welche allein dem Unternehmer zu gute kommen, im anderen Falle aber erwachsen demselben Verluste, welche zu Reklamationen und Entschädigungsgründen Veranlassung geben, deren Berücksichtigung aus Billigkeitsgründen die Verwaltung sich gewöhnlich nicht entziehen kann. Letztere hat also bei solchen Accorden den Nachteil ungünstiger Erfolge mitzutragen, während sie die Vorteile günstiger Resultate dem Unternehmer allein überlassen mufs. Führt dagegen die Bauverwaltung den Bau ohne Vermittelung der



§ 3. Arten des Verdings.

Die Verträge über Bauausführungen und Lieferungen pflegen auf Grund einer der folgenden 3 Arten des Verdings abgeschlossen zu werden:

1. des Verdings nach Einheitspreisen,
2. des Verdings gegen Pauschsummen,
3. eines gemischten Systems.

Hierzu kommt noch als vierter Modus die Verdingung in Tagelohn, der jedoch überall so weit als thunlich eingeschränkt und nur noch da angewendet wird, wo der Umfang und der Wert der Arbeiten im voraus nicht genau zu ermessen sind oder eine ungewöhnliche Sorgfalt in der Ausführung verlangt wird.

Bei der ersten Art des Verdings kommt es in der Hauptsache auf eine Präcisierung der Art der Arbeiten oder Lieferungsobjekte an, für welche eine Preisliste aufgestellt wird. Die Quantitäten und die daraus sich ergebenden Kontraktsummen werden im voraus nicht festgesetzt. Es liegt auf der Hand, dafs man bei Bauausführungen in Entreprise zu diesem System gern seine Zuflucht nehmen wird, wenn wegen Mangels genauer Vorarbeiten der Gang der Ausführung sich nicht klar übersehen läfst und man vollständige Freiheit behalten will, die Dispositionen während der Arbeit den Umständen entsprechend zu ändern. Die Ungewifsheit aber, in welcher der Bauherr über die Höhe der Baukosten erhalten wird und auf der anderen Seite die Beschränkung, welche der Unternehmer in der freien Disposition über seine Arbeitskräfte erleidet, dann auch der Umstand, dafs der Bauherr den Schwerpunkt der Entreprise auf die für den Unternehmer ungünstigen Arbeiten werfen und dadurch den Gewinn des Unternehmers beeinträchtigen kann, machen dieses System für gröfsere Bauausführungen nur selten empfehlenswert.

Ihm gegenüber steht das System der Vergebung von Bauobjekten gegen Pauschsummen. Die Bauverwaltung übernimmt hierbei keinerlei Garantie, weder hinsichtlich der berechneten Massen, noch der Beschaffenheit der vorgefundenen Materialien, noch sonstwie. Der Unternehmer hat gegen die vereinbarte Summe das Objekt den Bedingungen gemäfs fertigzustellen. Sollen bei diesem System keinem der kontrahierenden

---

Unternehmer selbst aus, dann übernimmt sie zwar die damit verbundene Gefahr, es fallen ihr aber auch die aus günstigen Verhältnissen entspringenden Vorteile allein zu."

„Endlich gibt es einzelne wichtigere Bauobjekte, wie Tunnel, Flufskorrektionen, Entwässerungsanlagen, Wasserbauten etc., welche eine besonders solide und vorsichtige Ausführung und daher eine unmittelbare, sorgfältige Behandlung erfordern und aus diesem Grunde ganz besonders zur Ausführung in Regie sich eignen. Wenn nun in den vorstehend aufgeführten Fällen die Anwendung des Regiebaues besonders begründet erscheint, so ist doch im allgemeinen ein günstiges Resultat von demselben zu erwarten, so oft in dem Vorhandensein eines eingeübten und tüchtigen Baupersonals die notwendige Voraussetzung des Regiebaues zutrifft. Denn es steht demselben eine Anzahl wesentlicher Vorzüge zur Seite, welche der Accordbau nicht gewähren kann, als da sind: reichliche Kapitalausstattung, günstige Einwirkung auf die Heranbildung der Techniker, sowie auf den Verdienst und das Wohl der Arbeiter, einheitliche Organisation des Baubetriebes, zweckmäfsige Benutzung aller während des Baues sich ergebenden vorteilhaften Momente, rasche Erledigung des Abrechnungsgeschäftes u. s. f. Die Erfahrung hat diese Erwartungen bestätigt und sind mit der Ausführung in Regie nicht allein Ersparnisse, sondern auch vielerorts eine Abkürzung der Bauzeit verbunden gewesen. Nachdem sich dies bei einzelnen in Regie ausgeführten Bahnen: der Bahn Krailsheim-Mergentheim und Jagstfeld-Osterburken herausgestellt hatte, ist deshalb auf der Schwarzwaldbahn der gröfsere Teil der Arbeiten in Regie ausgeführt oder in der Ausführung begriffen. Der Gesamtbetrag der in Regie verausgabten Summen auf den Bahnen Krailsheim-Mergentheim, Jagstfeld-Osterburken und auf den vollendeten Strecken der Schwarzwaldbahn übersteigt den Betrag von $2^1/_2$ Million Gulden und soll nach den vorliegenden günstigen Erfahrungen, namentlich auf den im Bau begriffenen Strecken der zuletzt genannten Bahn der Regiebau in ausgedehntester Weise zur Anwendung kommen." (Deutsche Bauz. 1870, S. 244.)

Teile grofse Nachteile und Gefahren erwachsen, so ist vor allem erforderlich, dafs das Projekt in detaillierter Ausarbeitung vorliege und die Voruntersuchungen so vollständig und erschöpfend angestellt seien, dafs auf deren Grundlage eine genaue Veranschlagung der Baukosten ermöglicht werde.

Aber trotz der speciellsten Vorarbeiten und der sorgfältigsten Ermittelungen über Preise und alle einschlagenden Verhältnisse ist der Erfolg solcher gröfseren Entreprisen von so manchen Zufälligkeiten und Verhältnissen, welche sich der Kontrole der Beteiligten entziehen, abhängig, dafs für das Risiko, welches der Unternehmer läuft, eine gewisse Entschädigung bei Festsetzung der Kontraktsumme angenommen werden mufs. Treten die gefürchteten Eventualitäten in nur geringem Mafse ein und erzielt der Unternehmer einen reichlichen Gewinn, so ist die Bauverwaltung geneigt, den betreffenden Vertrag als für sie ungünstig anzusehen. Tritt der entgegengesetzte Fall ein, so entstehen, wenn man es nicht mit durchaus leistungsfähigen und vertragstreuen Unternehmern zu thun hat, fast ausnahmslos Differenzen, welche zu den langwierigsten Prozessen führen. Deshalb ist die Vergebung der Arbeiten gegen Pauschsummen bei gröfseren Objekten (Generalentreprisen) nicht beliebt.

Die meisten Eisenbahnbauten werden jetzt auf Grund von Verträgen ausgeführt, welche aus einer Verbindung der beiden genannten Systeme hervorgegangen sind. Eine in neuerer Zeit häufig vorkommende Art der Verträge beruht darauf, dafs zwischen den kontrahierenden Teilen eine Preisliste vereinbart und dafs der Umfang der Entreprise nach den für die einzelnen Gegenstände berechneten Quantitäten annähernd im voraus festgestellt wird. Die Bauverwaltung behält sich aber vor, die Arbeiten um eine bestimmte Rate (z. B. 10%) zu vermehren oder zu vermindern und auch Projektänderungen eintreten zu lassen. Nach den annähernd berechneten Quantitäten und den vereinbarten Einheitspreisen wird dann vorläufig die Kontraktsumme ermittelt, während die Schlufsrechnung nach den wirklich ausgeführten Arbeiten und den dafür geltenden Einheitspreisen aufgestellt wird. Der Unternehmer behält hierbei genügende Freiheit in der Disposition der Arbeiten und der Bauherr ist im stande, bei normalem Verlauf der Ausführung, die Kosten annähernd genau im voraus zu berechnen.

Bei manchen Verwaltungen ist es üblich, nicht nur die Arbeitsverzeichnisse, sondern auch die von der Bauverwaltung aufgestellten Kostenanschläge den Unternehmern vorzulegen und für die Offerte ein Abgebot nach Prozenten der Anschlagssummen vorzuschreiben. Hiernach bestimmt sich die Kontraktsumme, und für die Mehr- oder Minderarbeiten bleiben die Preise des Kostenanschlages mit dem betreffenden Abgebote bindend. Zur Vermeidung von Differenzen bei der Abrechnung wird häufig festgesetzt, dafs Abweichungen von dem Anschlage auch hinsichtlich der Massen nur stattfinden dürfen, wenn die Erlaubnis oder der Auftrag dazu vom leitenden Baubeamten schriftlich erteilt ist und dafs bei der Abrechnung nur die so entstandenen Mehr- oder Minderarbeiten speciell berechnet, während für alle übrigen Arbeiten die in dem Kostenanschlage vorkommenden Massen als mafsgebend angesehen werden sollen.

Englische Verträge, u. a. über die unter Brunel ausgeführten Bauten der Great-Western Zweigbahnen, welche beispielsweise auf Strecken von 15 bis 20 **km** Länge sämtliche Arbeiten und Lieferungen mit Ausnahme des Oberbaues, der Bahnhofsanlagen und Hochbauten umfafsten, sind in folgender Weise aufgestellt.

Der Kontrakt gibt neben sorgfältig ausgearbeiteten Ausführungsbedingungen eine genaue Specifikation der Bauobjekte und eine Kontraktsumme, für welche der Unternehmer die Ausführung übernimmt. Wie diese Summe aufgerechnet ist, geht aus dem

Dokumente nicht hervor. Eine Änderung der Projekte bleibt der Bauverwaltung vorbehalten und die dadurch entstehenden Mehr- oder Minderbeträge werden bei der Abrechnung der Kontraktssumme zu- oder abgesetzt. Behufs Ermittelung dieser Geldbeträge und als Grundlage für die Aufstellung der Abschlagszahlungen wird dem Vertrage eine Preisliste beigefügt und für gewisse Arbeiten, bei welchen eine solche Vermehrung oder Verminderung vorauszusehen ist, werden die dem Kontrakte zu Grunde liegenden Quantitäten in dem Dokumente aufgeführt. So in der Regel die Erdmassen- und Böschungsflächen, Mauerwerksmassen, Zimmerarbeiten, Einfriedigungen, Barrièren etc., deren Umfang also die Bauverwaltung garantiert. Bei Aufstellung der Schlufsrechnung werden für die so namhaft gemachten Arbeiten die Differenzen zwischen den wirklich ausgeführten Quantitäten und den dem Kontrakt zu Grunde liegenden ermittelt, nach der Preisliste berechnet und der Kontraktssumme zu- oder abgesetzt. Alle übrigen in ihren Massen nicht erwähnten Arbeiten kommen bei der Abrechnung nicht mehr in Frage, sondern gelten, gleichviel in welchem Betrage, durch die Kontraktssumme mitbezahlt. Aufserkontraktliche Arbeiten werden nur vergütet, wenn sie infolge eines vom Chefingenieur und einem der Direktoren unterzeichneten Auftrages ausgeführt sind.

Neben der im Vorstehenden besprochenen Einteilung der Bauverträge nach der Art des Verdinges und der Abrechnung, ob nach Pauschsummen, nach Preislisten oder einem gemischten System, werden dieselben auch danach unterschieden, ob sie die sämtlichen zu einem Bauobjekte gehörigen Arbeitskategorien umfassen oder nur einzelne.

Erstere bezeichnet man als Verträge mit Generalunternehmern, (Grofsunternehmern), letztere als solche mit Kleinunternehmern, obgleich diese Ausdrücke nicht überall dasselbe bezeichnen. So namentlich nennt man Grofsunternehmer auch solche, welche einzelne Arbeitskategorien in grofsem Umfange übernehmen. Den Kleinunternehmern werden auch wohl die Schachtmeister und andere Obmänner von kleinen Arbeitergesellschaften, welche namens dieser Accorde abschliefsen, zugerechnet, während man eben so oft diese Klasse von Accordanten, mit denen in der Regel, ohne vorhergehende Konkurrenz, nur Accordzettel über kleine Objekte, mündliche Verträge, Handaccorde etc. abgeschlossen werden, von jenen trennt.

Welche Erfahrungen über die zweckmäfsigste Art der Ausführung gröfserer Bauarbeiten vorliegen, welche Ansichten dabei bestehen, bezw. welche Praxis in verschiedenen Fällen befolgt ist, darüber mögen hier einige Angaben folgen.

Generalentreprisen, bei welchen ganze Eisenbahnstrecken nebst Betriebsmaterial gegen eine im ganzen oder meilenweise festgestellte Summe vergeben werden, sind in Deutschland nur selten vorgekommen und nach den Erfahrungen der letzten Jahre hier nicht zu empfehlen.

Nach der Beantwortung dieser Frage in den Konferenzen deutscher Eisenbahntechniker[5]), halten manche Verwaltungen die Generalentreprise „für entlegene, wenig kultivierte Gegenden und für solche neue Bahnverwaltungen geeignet, welche ohne tüchtige Organisation längere Bahnlinien oder gröfsere Komplexe in kurzer Zeit herstellen wollen.“

„Andere halten die Grofsunternehmungen mit Ausschlufs des Oberbaumaterials, des Betriebsmaterials und sonstigen Inventars unter der Voraussetzung für die zweckmäfsigste Art der Ausführung, dafs man über tüchtige, zuverlässige und solvente Unternehmer, sowie über zuverlässiges Aufsichtspersonal verfügt. Es wird dabei aber ein

[5]) Vergl. Referat über die der am 15. Septbr. 1874 zu Düsseldorf abgehaltenen Versammlung deutscher Eisenbahntechniker vorgelegte Frage A 29 im Organ f. d. Fortschr. d. E. 5. Supplementbd. S. 71.

von vornherein vollständiger, in allen seinen Einzelheiten speciell und genau ausgearbeiteter Plan mit erschöpfenden Berechnungen und ein mit grofser Umsicht zusammengestelltes Bedingnisheft als unumgängliche Notwendigkeit für einen guten Erfolg hingestellt."

Die getrennte Vergebung der Bauarbeiten bietet dem gegenüber den Vorteil dar, dafs die Anfertigung der Specialprojekte nicht bereits vor dem Beginn des Baues abgeschlossen zu sein braucht, sondern während der Ausführung allmählich fortschreiten kann.

Ein grofser Teil der deutschen Eisenbahnverwaltungen hält ein gemischtes System, Kleinaccord resp. Regiebau in verschiedenen Formen, sowie in geeigneten Fällen (namentlich beim Erdbau) mit Übergang zum Grofsaccord, sowohl rücksichtlich der Tüchtigkeit der Ausführung als auch der Höhe der Kosten für das günstigste.

Bei dem Bau der Venlo-Hamburger Bahn galten folgende Bestimmungen für den Umfang und die Art der abzuschliefsenden Verträge, die mit geringen Abweichungen auch bei vielen anderen Verwaltungen in Deutschland inne gehalten werden.

„Die Ausführung des Baues soll nicht nach Generalkontrakten oder sogenannten Entreprisen für ganze Bauabteilungen oder gröfsere Bauwerke geschehen; es soll die Ausführung vielmehr nach Specialkontrakten über die Lieferung von Materialien, über die Ausführung von Arbeiten mit Lieferanten, Unternehmern, Handwerksmeistern, Schachtmeistern etc. in gröfseren oder kleineren Abteilungen bewirkt werden."

„Die Bestimmung des Umfanges dieser Abteilungen ist nach den vorliegenden Umständen, der Gröfse des Bedarfs, der zu erzielenden Konkurrenz, der für die Ausführung der einzelnen Bauobjekte disponiblen Zeit und den sonst vorliegenden örtlichen und im Laufe des Baues sich ergebenden Momenten zu treffen."

„Die Kontrahierung der Schienen, Schwellen, Laschen, Laschenschrauben, Hakennägel, Unterlagsplatten, Weichen, Herzstücke, Drehscheiben, Schiebebühnen und Telegraphenapparate besorgt die Direktion und behält dieselbe sich vor, auch die Kontrahierung anderer von ihr zu bestimmenden Gegenstände zu übernehmen." [6])

Aus vorstehenden Angaben ist zu ersehen, wie in Deutschland bei der Verschiedenheit der Verhältnisse und der Anschauungen ein bestimmter Modus der Verdingung der Bauarbeiten nicht besteht, dafs aber bei einer überwiegenden Zahl von Verwaltungen, namentlich in Norddeutschland, das System der kleinen Unternehmungen, die Einteilung der Arbeiten nach einzelnen Kategorien und die Vergebung an dafür geeignete Unternehmer, Handwerksmeister etc., teils mit, teils ohne Materialienlieferung, ohne Vermittelung eines Generalunternehmers, zur Zeit am meisten beliebt ist.

Dabei erhalten die Objekte der Verträge über Arbeiten, bei denen es weniger auf geschickte Einzelleistungen als auf gute Dispositionen, unter Benutzung eines oft sehr kostspieligen Inventars von Geräten, ankommt, wie z. B. bei Erdarbeiten, nicht selten einen bedeutenden Umfang. In manchen Fällen hat man auch dem Unternehmer der Erdarbeiten die Ausführung der auf der betreffenden Strecke vorkommenden kleineren Brücken und Durchlässe mit übertragen, weil von deren rechtzeitiger Herstellung der Fortgang der Erdarbeiten abhängt.

§ 4. Vergebung der Arbeiten. Submissionsverfahren.

Die Vergebung der Arbeiten geschieht entweder unter der Hand, oder infolge einer Submission, welche wiederum eine beschränkte oder allgemeine sein kann.

Der Weg der Licitation wird fast allgemein ungünstig beurteilt und deshalb selten mehr beschritten.

---

[6]) Über das für den Bau der Gotthardbahn in der Schweiz vorgeschlagene System vergl. § 7.

Die Vergebung unter der Hand, d. h. ohne vorherige Konkurrenz, kommt bei Privatbauten häufig vor, bei Bauten des Staates und gröfseren Gesellschaften pflegt sie nur für kleine Arbeiten in Deutschland gestattet zu sein. (Beispielsweise bei Accorden mit Schachtmeistern und anderen Obmännern von Arbeiterverbänden.)

Die Vergebung in beschränkter Submission, bei welcher einzelne Unternehmer zur Konkurrenz aufgefordert werden, ist besonders da beliebt, wo die Organe der Bauverwaltung eine gröfsere Zahl von Unternehmern nach ihren Leistungen genau kennen, für die in Frage stehenden Arbeiten die geeigneten Kräfte auswählen und unter diesen eine Konkurrenz eintreten lassen können.

Bei richtiger Handhabung dieses Systems bietet dasselbe mehr als jedes andere Gewähr für eine solide Bauausführung und rasche Erledigung der Geschäfte, indem unsichere Unternehmer ausgeschlossen, die Vorteile der Konkurrenz aber gewahrt bleiben. Es wird daher bei Bauverwaltungen, welche eine grofse Bauthätigkeit entwickeln und in ihren Entscheidungen nicht an enge Normen gebunden sind, mit dem besten Erfolge angewandt. In England ist es bei den gröfseren Bauten vielfach in Gebrauch, auch in Frankreich wird es oft befolgt.

Bei öffentlichen Bauten in Deutschland hat es zu häufigen Klagen seitens derjenigen Unternehmer geführt, welche zu der Konkurrenz nicht herangezogen, den Arbeitsmarkt sich verschlossen sahen und oft eine gewisse Parteilichkeit in der Wahl der Submittenden den leitenden Beamten vorwarfen. Es ist daher hier die Vergebung in öffentlicher Submission für Staatsbauten Regel.

Die Submission wird dabei durch ein öffentliches Ausschreiben eingeleitet, und die eingezogenen Angebote werden in einem hierzu angesetzten Termin im Beisein der etwa erschienenen Submittenten eröffnet. Die Art der Zuschlagserteilung ist verschieden. Nur selten wird die Verpflichtung übernommen, dem Mindestfordernden den Zuschlag zu erteilen, was auch die gröfsesten Bedenken gegen sich hat, indem die Mindestforderung allein keineswegs für die Annehmbarkeit des Gebots entscheidend ist, dasselbe vielmehr erst durch das Zutrauen, welches der betreffende Submittent verdient, seinen Wert erhält. Häufiger beschränkt die Bauverwaltung ihre Auswahl unter den Submittenten auf die drei Mindestfordernden mit dem Vorbehalte alle Gebote abzulehnen, wenn dieselben nicht für annehmbar befunden werden.

Manche Verwaltungen, namentlich Privatverwaltungen, fordern öffentlich zur Abgabe von Offerten bis zu einem bestimmten Termin auf, behalten sich aber hinsichtlich des Zuschlags vollständige Freiheit den Unternehmern gegenüber vor und wählen dann unter den Submittenten wieder einzelne aus, mit welchen sie in weitere Verhandlungen treten.

Wo das öffentliche Submissionsverfahren Anwendung findet, kann nur die strengste Befolgung der bestehenden Vorschriften empfohlen werden, um selbst den Schein einer Parteilichkeit zu vermeiden. Ein Unwesen wird häufig mit den sog. Nachgeboten getrieben, indem Unternehmer sich Kenntnis der rechtzeitig eingegangenen Offerten verschaffen, darauf schnell ein Mindergebot formulieren und für dieses, unter irgend welchen Entschuldigungen für die verspätete Einlieferung, Berücksichtigung erlangen. Durch ein Eingehen auf dergl. Manöver verliert die Bauverwaltung das Vertrauen der besseren Unternehmer und fördert die Machinationen der weniger gewissenhaften.

Nicht mit Unrecht wird als ein Mangel in den Prinzipien des öffentlichen Submissionsverfahrens die Art der Bedingungen (§ 5), welche den Bauverträgen zu Grunde gelegt werden, vielfach gerügt. Es wird hervorgehoben, wie dieselben nur scheinbar zu

billigen Preisen führen und zu einer guten Ausführung nicht beitragen, wie der solide Unternehmer durch leichtsinnige Konkurrenz gezwungen wird, die gefährlichsten Bedingungen zu unterschreiben, wie durch die Menge der Paragraphen die Wirkung jedes einzelnen abgeschwächt und eine genaue Übersicht über die wirklich zu erfüllenden Bedingungen unmöglich gemacht wird. Es wird Klage darüber geführt, dafs man überall die Chancen des Vorteils den Verwaltungen sichere, das Risiko dagegen dem Unternehmer lasse, dafs durch die Bestimmungen über Mehr- oder Minderbedarf es möglich werde, bei ungünstigen Konjunkturen die Unternehmer grofser Lieferungen zu ruinieren; dafs durch die Kautionsstellungen und Innehaltungen der Zahlungen die Unternehmer in ihren Betriebsmitteln auf das Empfindlichste geschädigt und dafs sie in vielen Fällen aus rein formellen Gründen Jahr und Tag mit den Zahlungen hingehalten werden. Es wird nachzuweisen gesucht, dafs es den kontrolierenden Beamten leicht möglich werde, den Unternehmer durch irgend einen Paragraphen selbst für den Fall haftbar zu machen, wo durch die Unachtsamkeit der Beamten, durch Mangel an Kontrole, Fehler in der Ausführung und durch verspätete Übergabe der Pläne oder der Baustellen Verzögerungen entstanden sind.

Mögen solche Klagen auch zum Teil übertrieben erscheinen, so ist doch unverkennbar, dafs die Vertragsbedingungen häufig Härten enthalten, welche die besten Unternehmer zurückschrecken müfsten, wenn diese nicht die Überzeugung hätten, dafs viele Bestimmungen nur aufgenommen sind, um säumigen und unzuverlässigen Unternehmern gegenüber zur Erzielung eines regelmäfsigen Fortganges des Baues und zur Wahrung der Gesamtinteressen aller beim Bau beteiligten Parteien mit Entschiedenheit und Erfolg auftreten zu können.

In der Hand einsichtiger, aufmerksamer, wohlwollender Beamten sind die Bedingungen für tüchtige Unternehmer selten gefährlich. Sie können es aber werden in den Händen ängstlicher, lässiger oder schroffer Beamten, weshalb die Bemühungen auf Beseitigung der oben erwähnten Mängel durchaus berechtigt sind.

Diesen Bemühungen hat der preufsische Minister der öffentlichen Arbeiten durch den nachstehenden Erlafs vom 24. Juli 1880 in mehreren Punkten Rechnung getragen.

Erlafs des Ministers der öffentlichen Arbeiten.

Berlin, den 24. Juni 1880.

Bei der Ausschreibung und Vergebung von Leistungen und Lieferungen im Bereiche des mir unterstellten Ressorts ist bisher ohne genügende Gründe in mannigfacher Hinsicht abweichend verfahren worden. Um den hieraus hervorgegangenen Unzuträglichkeiten abzuhelfen und eine Übereinstimmung in den wesentlichen Punkten herbeizuführen, habe ich in den nachstehenden „Allgemeinen Bestimmungen, betreffend die Vergebung von Leistungen und Lieferungen im Bereiche des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten“ die Grundsätze zusammenstellen lassen, welche künftig mit Berücksichtigung der nachstehenden Ausführungsvorschriften allseitig zum Anhalt zu nehmen sind:

1. In den Submissionsbedingungen mufs stets der Gegenstand der Ausschreibung möglichst bestimmt bezeichnet werden. Namentlich ist dafür Sorge zu tragen, dafs etwaige Nebenleistungen, wie die Herstellung von Zufuhrwegen, Beschaffung von Wasser für Maurerarbeiten u. s w., sich ihrem vollen Umfange nach klar übersehen lassen und besondere Umstände, welche die Ausführung erschweren, ihrer Wirkung nach genügend beurteilt werden können.
2. Die Kosten, welche durch die verwaltungsseitig vorbehaltene Kontrole der Ausführung der Arbeiten und Lieferungen erwachsen, dürfen in der Regel nicht dem Unternehmer zur Last gelegt werden.

   Eingereichte Projekte sind dem Einsender auf Verlangen stets zurückzugeben.
3. Schwankungen der Transportpreise gereichen, ohne dafs es einer desfallsigen Bestimmung bedürfte, zu Gunsten und zu Ungunsten desjenigen Kontrahenten, welcher die Tragung der

Transportkosten vertragsmäfsig übernommen hat. Es würde nicht der Billigkeit entsprechen, den Unternehmer einerseits eine Steigerung der Transportkosten tragen zu lassen, andererseits aber ihm den mit einer Herabsetzung derselben verbundenen Nutzen vorzuenthalten.

4. Sofern nach Mafsgabe der Vorschriften unter No. IV der Bestimmungen von dem Abschlufs eines förmlichen Vertrages Abstand genommen wird, ist thunlichst in geeigneter Weise — z. B. durch gegenseitig anerkannte schriftliche Notizen — Vorsorge zu treffen, dafs über den wesentlichen Inhalt des Übereinkommens erforderlichen Falls Beweis geführt werden kann.
5. Es wird sich empfehlen, in den Vertragsbestimmungen der Regel nach die Anrufung der Entscheidung eines Schiedsgerichts über etwaige den Inhalt und die Ausführung des Vertrages betreffende Meinungsverschiedenheiten unter Hinweis auf die Vorschriften der Civilprozefsordnung vom 30. Januar 1877, § 851 ff. ausdrücklich zur Pflicht zu machen. Ob und inwieweit die Bezeichnung der Schiedsrichter namentlich oder nach Berufskreisen in den Vertragsbestimmungen selbst erfolgen kann oder zweckmäfsiger vorbehalten bleibt, ist nach den besonderen Verhältnissen des einzelnen Falles zu beurteilen.
6. Nach Ablauf von zwei Jahren will ich einem Berichte darüber entgegensehen, wie die in der Anlage enthaltenen allgemeinen Bestimmungen sich in der Praxis bewährt haben, ob bei Anwendung derselben in einzelnen Fällen Unzuträglichkeiten hervorgetreten sind und eventuell welche Änderungen in Vorschlag zu bringen sein möchten.

An die königl. Regierungen, Landdrosteien, die königl. Ministerialbaukommission, die königl. Oberbergämter und die königl. Eisenbahndirektionen.

II. a (b) 6596, I. 3215, III. 11394.

Allgemeine Bestimmungen,

betreffend die Vergebung von Leistungen und Lieferungen im Bereiche des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten.

I. Arten der Vergebung.

Die im Bereiche des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten auszuführenden Leistungen und Lieferungen sind in der Regel öffentlich auszuschreiben.

Leistungen und Lieferungen, welche nur ein beschränkter Kreis von Unternehmern in geeigneter Weise ausführt, können mit Ausschlufs der Öffentlichkeit zu engerer Bewerbung ausgeschrieben werden.

Unter Ausschlufs jeder Ausschreibung kann die Vergebung an einen von der Behörde ausgewählten Unternehmer erfolgen:

1. bei Dringlichkeit des Bedarfs,
2. bei Gegenständen, deren überschläglicher Wert den Betrag von 500 M. nicht übersteigt,
3. bei Leistungen und Lieferungen, deren Ausführung besondere Kunstfertigkeit erfordert.

II. Verfahren bei Ausschreibungen.

Öffentliche Ausschreibungen werden in zweckentsprechender Weise durch Zeitungen bekannt gemacht, wobei die bezüglich der Benutzung amtlicher Blätter ergangenen Vorschriften zu berücksichtigen sind.

Die Insertionskosten, welche durch kurze Fassung und praktische Anordnung der Inserate in mäfsigen Grenzen zu halten sind, werden von der ausschreibenden Behörde getragen.

Für die den Ausschreibungen zu Grunde liegenden Bedingungen und Zeichnungen sind, wenn dieselben den Bewerbern auf ihr besonderes Verlangen verabfolgt werden, die Selbstkosten zu entrichten.

Der in den Ausschreibungen anzuberaumende Termin ist unter Berücksichtigung der nach dem Gegenstande der Ausschreibung, der Art und dem Umfang der Lieferung, der Schwierigkeit des aufgestellten Projekts u. s. w. sich verschiedenartig gestaltenden Verhältnisse so zu bemessen, dafs den Unternehmern hinreichende Zeit zur Vorbereitung der Offerten bleibt. Hierbei ist unter anderem besonders in Betracht zu ziehen, ob die zu liefernden Gegenstände allgemein marktgängig sind oder nicht, ob die Preise erfahrungsmäfsig erheblichen Schwankungen innerhalb kurzer Frist unterworfen sind, sowie endlich, ob es nach der Natur der ausgeschriebenen Leistungen etwa erforderlich ist, dafs die Unternehmer sich an Ort und Stelle über den Zustand der Strafsen und Zufuhrwege, die Bezugsquellen der Materialien, die Höhe der Arbeitslöhne, Beschaffung von Wasser und dergleichen nähere Kenntnis verschaffen, um auf Grund der angestellten Ermittelungen eine genaue Preiskalkulation vornehmen zu können. In der Regel wird für kleinere Arbeiten und leicht zu beschaffende Lieferungen eine Frist von 14 Tagen ausreichend sein, während für gröfsere Arbeiten 4 bis 6 Wochen erforderlich sein werden. In dem festgesetzten Termine, welcher in Gegenwart der erschienenen Bewerber abzuhalten ist, hat die Eröffnung der einge-

gangenen Offerten und die Aufnahme eines amtlichen Protokolls über das Ergebnis zu erfolgen. Nachgebote sind nicht zuzulassen.

In öffentlichen Ausschreibungen ist in der Regel die Auswahl unter den Submittenten auf die drei Mindestfordernden zu beschränken, sofern nicht bei Lieferungen nach Probe deren Offerten wegen Mangelhaftigkeit der eingereichten Proben außer Berücksichtigung gelassen werden müssen. In nicht öffentlichen Ausschreibungen hat bei im übrigen der Sache nach gleichen Offerten die Vergebung an den Mindestfordernden zu erfolgen. In allen Ausschreibungen ist die Befugnis vorzubehalten, sämtliche Gebote abzulehnen, falls keins derselben für annehmbar befunden wird.

Die Zuschlagsfristen sind in allen Fällen, namentlich aber dann möglichst kurz zu stellen, wenn die Lieferung von Materialien ausgeschrieben wird, deren Preise schwankenden Konjunkturen, unterworfen sind.

In der Regel wird für Objekte, rücksichtlich deren die Entschliefsung höherer Instanzen einzuholen oder ein umfangreicheres Offertenmaterial zu gewärtigen ist, ein vierwöchentlicher, für die übrigen Objekte ein vierzehntägiger Zeitraum genügen.

Offerenten, welche nicht den Zuschlag erhalten haben, ist hiervon nur dann Nachricht zu geben, wenn sie ihren desfallsigen Wunsch unter Beifügung des erforderlichen Frankaturbetrags zu erkennen gegeben haben.

III. Zuständigkeit der Behörden.

Soweit nicht in den mafsgebenden Kompetenzbestimmungen Beschlufsfassung durch vorgesetzte Instanzen vorbehalten ist, entscheiden die Behörden selbständig über die Art der Vergebung und bei Ausschreibungen über die Erteilung des Zuschlags unter Beachtung der zu No. I und II aufgestellten Grundsätze. Zu Abweichungen von diesen Grundsätzen ist ministerielle Genehmigung einzuholen.

IV. Abschlufs der Verträge.

Bei Gegenständen, deren Wert den Betrag von 500 M. nicht übersteigt und bei Zug um Zug bewirkten Leistungen und Lieferungen kann, sofern dies nach den mafsgebenden Gesetzen unbeschadet der Rechtsgültigkeit des Übereinkommens zulässig ist, von dem Abschlufs eines förmlichen Vertrages abgesehen werden.

Die Kosten des Vertragsabschlusses sind von jedem Teile zur Hälfte zu tragen; bezüglich der Stempelkosten ist nach Mafsgabe der gesetzlichen Bestimmungen zu verfahren. Briefe, Depeschen und andere Mitteilungen, welche die Behörden im Interesse des Abschlusses und der Ausführung des Vertrages an den Unternehmer richtet, sind in der Regel zu frankieren.

V. Aufstellung der Vertragsbedingungen.

Sofern allgemeine Vertragsbedingungen aufgestellt sind, ist vor deren Anwendung auf den einzelnen Fall zu prüfen, ob sie sich für den speciellen Gegenstand in allen Punkten eignen und sind nötigenfalls die erforderlichen Umänderungen nicht zu verabsäumen. Insbesondere ist darauf zu halten, dafs Vertragsverhältnisse, welche in kurzen schriftlichen Vereinbarungen geregelt werden können, nicht durch Anwendung umfangreicher, ihrem Hauptinhalte nach auf andere Verhältnisse berechneter Bedingungsformulare beschwert werden.

Die Behörde hat im allgemeinen den Unternehmern nicht weitergehende Verbindlichkeiten aufzuerlegen, als Privatpersonen sich in den betreffenden Fällen auszubedingen pflegen und hat bei Aufstellung der Verträge darauf zu halten, dafs nicht nur die Pflichten, sondern auch die denselben entsprechenden Rechte der Unternehmer verzeichnet werden.

VI. Einzelne Festsetzungen in den Vertragsbedingungen.

1. Sicherheitsstellung.

Eine schon vor Abgabe der Offerte für das Bieten als solches zu stellende Sicherheit ist nicht zu verlangen, dagegen kann unter Umständen die Erteilung des Zuschlages von ungesäumter Sicherheitsstellung abhängig gemacht werden. Die Sicherheit kann durch Bürgen oder durch Kautionen gestellt werden.

Die Kaution ist nach Wahl des Unternehmers in baarem Gelde oder in guten Wertpapieren oder in sicheren Wechseln zu stellen. Die vom deutschen Reiche, vom preufsischen Staate oder von einem deutschen Bundesstaate ausgestellten oder garantierten Wertpapiere sind unbedingt zum vollen Kurswerte als Kaution anzunehmen. Auch die übrigen bei der deutschen Reichsbank beleihbaren Effekten sind zu dem daselbst beleihbaren Bruchteile des Kurswertes als Kaution zuzulassen, jedoch mit dem Vorbehalt, eine Ergänzung der Kaution zu fordern, falls demnächst der Kurswert der Effekten unter jenen Bruchteil sinken sollte.

Die Coupons der Wertpapiere können dem Unternehmer für den Zeitraum belassen werden, während dessen voraussichtlich die Leistung oder Lieferung noch in der Ausführung begriffen sein wird, dagegen sind die Talons, resp. diejenigen Zinsscheine, an deren Inhaber die neuen Zinsscheinserien ausgehändigt werden, den Effekten beizufügen.

Baar gestellte Kautionen werden nicht verzinst.

Wenn die Vertragssumme 500 M. nicht erreicht, oder die zu hinterlegende Kaution den Betrag von 50 M. nicht erreichen würde, so kann auf Sicherheitstellung verzichtet werden. Es ist zulässig, Kautionen bis zu 150 M. nicht sogleich, sondern erst bei einer Abschlagszahlung einzuziehen.

Die Höhe der Kaution ist auf das zur Wahrung der Verwaltung vor Benachteiligungen erforderliche Mafs zu beschränken und je nach der Natur der Leistung oder Lieferung, insbesondere nach der Art und Dauer der Garantieverpflichtung, verschieden zu normieren.

Die Rückgabe der Kaution hat alsbald zu erfolgen, nachdem die Verpflichtungen, für welche die Bestellung stattgefunden hat, sämtlich erfüllt sind.

2. Mehr- oder Minderaufträge.

Der Vorbehalt, dafs die Behörde eine unbeschränkte Vermehrung oder Verminderung des Vertragsgegenstandes unter Beibehaltung der Einheitspreissätze vorschreiben kann, darf in den Bedingungen keine Aufnahme finden. Bei Vergebung des Bedarfs ist jedesmal zu prüfen, ob die Quantität des Gegenstandes nicht von vornherein derart bestimmbar ist, dafs die Vereinbarung von Mehr- und Minderleistungen und Lieferungen überhaupt nicht notwendig wird. Letztere ist namentlich bei solchen Materialien thunlichst ganz auszuschliefsen, deren Preis erheblichen Schwankungen unterworfen ist. Bei Ausschreibung von Lieferungen behufs Ausführung von baulichen Anlagen, erscheint dieselbe nur insoweit zulässig, als es sich um die Lieferung des zur planmäfsigen Fertigstellung des Projekts erforderlichen Materialienquantums handelt.

Sofern die Notwendigkeit, Mehr- oder Minderlieferungen auszubedingen, vorliegt, darf der zu verabredende Satz bei sogenannten marktgängigen Materialien 5%, bei den übrigen 10% des festbedungenen Quantums in der Regel nicht übersteigen. Dabei ist der Unterstellung jeder Anhalt zu nehmen, dafs die Verwaltung aus zwischenzeitlich etwa eintretenden Preisänderungen Vorteil auf Kosten des Unternehmers zu ziehen gedenke. Auch dürfen derartige Mehr- oder Minderaufträge nur innerhalb einer jedesmal zu vereinbarenden Frist erteilt werden.

3. Zahlung.

Die Behörde hat die Zahlung als die ihr obliegende Gegenleistung thunlichst zu beschleunigen. In den Bedingungen sind, wenn dies irgend angängig ist, über die Termine der Abnahme und Abrechnung für Teil- wie für Gesamtleistungen und Lieferungen Bestimmungen zu treffen. Soweit hiernach Abschlagszahlungen zugesagt werden, haben dieselben sich auf die ganze Höhe des geleisteten oder gelieferten Quantums zu erstrecken, falls dessen Umfang und Güte sogleich unschwer festzustellen ist, andernfalls kann ein mäfsiger Bruchteil des Guthabens vorläufig zurückbehalten werden. Es erscheint nicht zulässig lediglich behufs Verstärkung der Kautionen Abschlagszahlungen einzubehalten, sofern nicht bereits weitergehende durch die Kaution nicht gedeckte Ansprüche gegen den Unternehmer entstanden sind.

4. Konventionalstrafen.

Konventionalstrafen sind in der Regel nur auszubedingen, wenn die Behörde ein erhebliches Interesse daran hat, dafs der betreffende Unternehmer den Vertrag rechtzeitig erfüllt. Von der Vereinbarung solcher Strafen kann gänzlich, namentlich bei Verträgen über Gegenstände abgesehen werden, welche in Fällen nicht kontraktmäfsiger Lieferung sofort in der bedungenen Quantität und Qualität anderweit zu beschaffen sind.

Die Höhe der Konventionalstrafsätze ist stets in angemessenen Grenzen zu halten, dem obwaltenden Interesse entsprechend abzuwägen und den konkreten Umständen anzupassen.

5. Meinungverschiedenheiten.

Es ist zulässig, die Entscheidung über Meinungsverschiedenheiten, welche bezüglich der Vertragsausführung zwischen der Behörde und dem Unternehmer entstehen, anstatt den ordentlichen Prozefsgerichten, einer unparteiischen schiedsrichterlichen Instanz zu überweisen.

Die eigene Entscheidung über derartige Meinungsverschiedenheiten kann insoweit vorbehalten werden, als dies für den schleunigen Fortgang des Unternehmens und bezw. die Sicherheit des Baues geboten erscheint. Dagegen ist das Recht des Unternehmers, bei Ausführung vorläufiger, nach seiner Meinung vertragswidriger Entscheidungen der Behörde seine Entschädigungsansprüche vor der schiedsrichterlichen Instanz oder, wenn eine solche nicht eingesetzt ist, vor den ordentlichen Prozefsgerichten geltend zu machen, nicht auszuschliefsen.



§ 5. Allgemeine Vertragsbedingungen.

Unter Hinweis auf die im § 24 des Kapitel III enthaltenen Specialbedingungen für Erdarbeiten führen wir nachstehend ein Beispiel der im vorigen Paragraphen mehrfach erwähnten „Allgemeinen Bedingungen für die Übernahme von Bauarbeiten und Lieferungen" an, welche in dieser Form für Bauten in Norddeutschland mehrfach benutzt sind und im ganzen sich bewährt haben, obwohl auch sie nicht ganz frei von gewissen Härten sind.[7])

Allgemeine Bedingungen für die Übernahme von Bauarbeiten und Lieferungen.

Form und Inhalt der Offerten.

§ 1. Für Übernahme von Arbeiten und Lieferungen, welche im Wege der schriftlichen Submission verdungen werden, sind die Angebote von den Unternehmungslustigen klar und bestimmt und den für den besonderen Fall gestellten Specialbedingungen entsprechend zu fassen.

Die Forderung mufs in Buchstaben ausgedrückt werden. Ist ein bestimmtes Formular für die Submission vorgeschrieben, so mufs dieses benutzt und sowohl in den betreffenden Spalten, als an den sonst frei gelassenen Stellen ausgefüllt werden.

Angebote, welche von der für den besonderen Fall vorgeschriebenen Form abweichen, haben keinen Anspruch auf Berücksichtigung.

Einreichung der Offerten. Frist.

§ 2. Die Angebote sind portofrei und versiegelt mit der für den besonderen Fall vorgeschriebenen Aufschrift bis zu dem in den Submissionsbedingungen angegebenen Termine, in welchem dieselben in Gegenwart der etwa erschienenen Submittenten eröffnet werden, einzureichen. Zu spät eingehende Angebote haben keinen Anspruch auf Berücksichtigung.

Die Frist, bis zu welcher, vom Tage des Submissionstermins an gerechnet, der Submittent an sein Angebot gebunden bleibt, beträgt, sofern in den Specialbedingungen nichts anders bestimmt ist, vier Wochen. Erhält der Submittent durch ein innerhalb dieser Frist auf die Post zu gebendes Schreiben keine Mitteilung über die Annahme des Angebots, so hat er dieses als abgelehnt anzusehen.

Erteilung des Zuschlages.

§ 3. Die Wahl unter den Submittenten, sowie die Verteilung der einzelnen Lieferungsgegenstände oder Arbeiten unter dieselben behält sich die Direktion ohne Rücksicht auf den Betrag des Gebots vor, ebenso das Recht, sämtliche Offerten abzulehnen, und entweder ein neues Submissionsverfahren einzuleiten oder die Lieferungen bezw. Arbeiten auf jede ihr geeignet erscheinende Art auszuführen. Submittenten auf die sämtlichen zur Submission gestellten Lieferungsgegenstände resp. Arbeiten bleiben auch im der Falle an ihre Angebote gebunden, wenn ihnen der Zuschlag nur auf einen Teil erteilt wird. Diejenigen, welche auf eine teilweise Annahme ihrer Angebote nicht eingehen wollen, haben dieses ausdrücklich in denselben zu erklären.

Qualifikation der Unternehmer.

Es werden nur solche Personen als Unternehmer zugelassen, welche im Rufe der Zuverlässigkeit stehen und im stande sind, sowohl für die pünktliche und vollständige Erfüllung aller zu übernehmenden kontraktlichen Verbindlichkeiten genügende Sicherheit zu stellen, als auch den Nachweis zu führen, daß sie die erforderliche technische Fähigkeit zur Leitung von dergleichen Arbeiten und zur Ausführung der betreffenden Lieferungen besitzen, oder bei gröfseren Ausführungen ähnlicher Art sich bereits als tüchtige Unternehmer bewährt haben. Submittenten, welche der Direktion unbekannt sind, haben den Nachweis schon vor, oder wenigstens im Submissionstermine selbst zu führen.

---

[7]) Vergl. Cirkularerlafs des Ministers für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten vom 4. Mai 1878, die Bestimmungen enthaltend, betreffs der bei der Staatseisenbahnverwaltung üblichen allgemeinen Submissions- und Kontraktsbedingungen. (Zeitschr. f. Bauw. 1878, S. 353.)

Cirkularverfügung des Ministers der öffentlichen Arbeiten vom 24. Juni 1880, betr. die Bedingungen, welche den auf Hochbauten bezüglichen Ausschreibungen und Vertragsabschlüssen zu Grunde zu legen sind (den betr. Bedingungen). (Zeitschr. f. Bauw. 1880, S. 489.)

Cirkularerlafs d. d. Berlin, 16. August 1880, einen vermeintlichen Widerspruch in Bezug auf die in den Erlassen vom 20. Juni und 24. Juni d. J. enthaltenen Vorschriften über freihändige Vergebung von Arbeiten und Lieferungen betreffend. (Zeitschr. f. Bauw. 1881, S. 1.) — Vergl. ferner Note 14.

Domizil. Korrespondenz.

§ 4. Die Submittenten, resp. nach der Zuschlagserteilung die Unternehmer, sind verpflichtet, für die betreffende Unternehmung bei dem . . . Gericht zu . . . Recht zu geben und zu nehmen.

Dieselben haben der Bauverwaltung ihre genaue Adresse und den Ort zu bezeichnen, wohin alle an sie zu richtenden Schreiben zu senden sind. Sie verzichten auf den Einwand, solche Briefe, welche dorthin adressiert, der Post, einem Beamten oder besonderen Boten übergeben sind, nicht rechtzeitig erhalten zu haben. In allen Fällen, wo an den Unternehmer Anweisungen oder sonstige Schreiben erfolgt sind, liefert das Journal der Direktion oder des betreffenden Baubeamten dem Unternehmer gegenüber den vollständigen Beweis der geschehenen Mitteilung.

Vertragsabschlufs.

§ 5. Über das durch die Offerte des Unternehmers einerseits und die Zuschlagserteilung der Direktion andererseits abgeschlossene Entreprisegeschäft, wird in der Regel ein förmlicher Vertrag in duplo abgeschlossen und jeder Ausfertigung ein Exemplar der allgemeinen und der Specialbedingungen beigefügt.

Die der Unternehmung etwa zum Grunde liegenden Pläne, Zeichnungen und Nachweisungen hat der Unternehmer beim Abschlufs des Vertrages durch Unterschrift anzuerkennen, wobei ihm auf seine Kosten beglaubigte Kopien derselben gegen Empfangsbescheinigung ausgehändigt werden.

Abänderung der Pläne. Mehr- oder Minderleistungen.

§ 6. Der Direktion bleibt das Recht vorbehalten, die dem Vertrage etwa zu Grunde liegenden Zeichnungen, Pläne und Nachweisungen etc. nach ihrem Ermessen im Laufe der Ausführung abzuändern oder die verdungenen Arbeiten oder Lieferungen nach Bedürfnis, beziehungsweise nach den darüber in den Specialbedingungen enthaltenen Bestimmungen zu vermehren oder zu vermindern. Der Unternehmer hat solche, ihm schriftlich von der Direktion oder den leitenden Baubeamten aufzugebende Abänderungen unweigerlich auszuführen, ohne dafs er infolge dessen einen Anspruch auf Schadloshaltung wegen entgangenen Gewinnes oder erlittenen Verlustes erheben kann.

Die Abrechnung mit dem Unternehmer über die von ihm ausgeführten Arbeiten oder Lieferungen erfolgt, sofern die Specialbedingungen nicht anderweitige Bestimmungen darüber enthalten, lediglich auf Grund der nach Mafsgabe des Vertrages oder auf schriftliche Anordnung der Direktion oder des leitenden Baubeamten bewirkten Leistungen und der für diese kontraktlich festgesetzten Einheitspreise.

Werden von dem Unternehmer ohne schriftlichen Auftrag Mehrarbeiten, resp. Mehrlieferungen ausgeführt, so erhält er hierfür keine Bezahlung, sondern hat dieselben auf Verlangen wieder zu beseitigen. Es kann aber auch die Beseitigung von zu viel gefertigten Arbeiten durch den leitenden Baubeamten ausdrücklich untersagt werden, in welchem Falle Unternehmer solche der Verwaltung unentgeltlich überlassen, die dazu anderweit gelieferten Materialien aber ersetzen mufs.

Aufserkontraktliche Leistungen.

§ 7. Sollten Arbeiten oder Lieferungen nötig werden, für welche in dem Vertrage keine Preisbestimmung enthalten ist, so werden dieselben dem Unternehmer mittels besonderen schriftlichen Übereinkommens übertragen, können aber auch von der Bauverwaltung anderweitig zur Ausführung gebracht werden.

Rücksichtlich aller aufserkontraktlichen Leistungen, sowie solcher, für deren Ausführung der Unternehmer eine besondere Vergütung beanspruchen zu können vermeint, wird festgesetzt, dafs seitens des Unternehmers die darüber sprechenden Rechnungen allmonatlich aufzustellen und an den leitenden Baubeamten einzureichen sind. Später eingehende Rechnungen oder Anforderungen, für derartige Leistungen haben keinen Anspruch auf Berücksichtigung, und aller Anspruch des Unternehmers auf Erstattung der Kosten erlischt nach dieser Frist.

Für aufserordentliche Arbeiten oder Lieferungen, welche von dem Unternehmer nur auf mündliche Anordnung ausgeführt sind, kann keine Zahlung beansprucht werden.

Vertragswidrige Ausführung.

§ 8. Der Unternehmer darf sich keine eigenmächtigen Abweichungen von den ihm mitgeteilten Zeichnungen und Nachweisungen erlauben und hat die einzelnen Arbeiten nach den Regeln der Technik mit aller Sorgfalt auszuführen. Die Art der Ausführung resp. die Beschaffenheit der zu liefernden Arbeiten und Materialien richtet sich nach den in den Specialbedingungen, event. in den Massen- und Kostenberechnungen darüber enthaltenen Bestimmungen, und nach den besonderen schriftlichen Angaben des leitenden Baubeamten, als welche Angaben auch die von letzteren etwa für nötig erachteten und dem Unternehmer mitgeteilten Detailzeichnungen angesehen werden sollen.

Arbeiten, welche nach dem Urteile des leitenden Baubeamten nicht richtig oder untüchtig ausgeführt werden, hat der Unternehmer nach erfolgter Anweisung auf eigene Kosten abzuändern, auch nötigenfalls gänzlich wegzuräumen und demnächst vorschriftsmäfsig ausführen zu lassen, wobei er der Verwaltung für jeden von ihm herbeigeführten Schaden verantwortlich bleibt und Ersatz zu leisten verpflichtet ist. Weigert sich der Unternehmer, die nötig befundenen Abänderungen auszuführen, oder führt er sie in der ihm vorbestimmten Frist nicht aus, so ist der leitende Baubeamte befugt, dieselben auf Gefahr und Kosten des Unternehmers anderweitig bewirken zu lassen.

Sind die gelieferten Materialien oder sonstigen Gegenstände nach dem Urteile des genannten Beamten den Kontraktsbedingungen nicht entsprechend, so hat der Unternehmer den betreffenden Teil der Lieferung binnen acht Tagen nach erhaltener Aufforderung von den Lagerplätzen zu entfernen, andernfalls kann die Fortschaffung seitens der Bauverwaltung auf seine Kosten und ohne Übernahme irgend welcher Gewähr bewirkt werden. Innerhalb einer, von jenem Beamten zu bestimmenden Frist müssen die zurückgewiesenen Lieferungsgegenstände durch taugliche, vertragsmäfsige ersetzt werden, widrigenfalls dies anderweit für Rechnung des Unternehmers geschehen kann.

Behufs der anderweitigen Ausführung etwa zurückgewiesener Arbeiten oder Lieferungen soll der Unternehmer in keinem Falle eine Hinausschiebung der in den Specialbedingungen oder im Vertrage festgesetzten Vollendungstermine in Anspruch nehmen können.

Der Unternehmer ist auch verpflichtet, die von der Abnahme ausgeschlossenen Gegenstände der Bauverwaltung auf ihr Erfordern so lange ohne Entschädigung zur Benutzung zu belassen, bis dieselben von ihm durch vorschriftsmäfsige ersetzt worden sind; dagegen verzichtet alsdann die Bauverwaltung in dem Falle, dafs der Unternehmer seine Verpflichtungen im übrigen pünktlich erfüllt, auf die Einziehung der in § 13 erwähnten Konventionalstrafe für diejenige Zeit, wo sie durch Benutzung der nicht abnahmefähigen Arbeiten oder Lieferungen vor weiteren temporären Nachteilen gesichert ist.

Beginn und Fortschritt der Arbeit.

§ 9. Der Beginn der Arbeiten und Lieferungen, das Fortschreiten und die Beendigung derselben wird durch die Specialbedingungen festgesetzt. Ungünstige Witterungen, schlechte Wege und sonstige Zufälligkeiten befreien in diesem und irgend einem anderen Falle den Unternehmer nicht von den ihm nach den Bedingungen und dem Vertrage obliegenden Verbindlichkeiten.

Die Reihenfolge der Ausführung der einzelnen Arbeiten und Lieferungen, insbesondere auch bei Bauten die Gröfse der für Sicherung des regelmäfsigen Fortganges derselben zu haltenden Materialienvorräte bestimmt, sofern die Specialbedingungen besondere Vorschriften nicht enthalten, der leitende Baubeamte und der Unternehmer ist verpflichtet, den desfallsigen Bestimmungen Folge zu geben.

Arbeitsraten. Fristverlängerung.

§ 10. Der Umfang des ausgeführten Teils der Unternehmung mufs zum Verlauf der bedungenen Vollendungsfristen im richtigen Verhältnis stehen. Die Zahl der zu verwendenden Arbeiter, Pferde, Geräte etc., sowie die Materialienbestände müssen daher allezeit den übernommenen Leistungen angemessen sein.

Um die Bauverwaltung in den Stand zu setzen, sich hierüber zu vergewissern, soll der Unternehmer auf Verlangen regelmäfsige Wochenrapporte an den mit der Bauleitung beauftragten Beamten eingeben, welche die Zahl der verschiedenen Arbeiter und Gespanne, die Massen der vorrätigen Baumaterialien und eine Übersicht der ausgeführten Arbeiten resp. Lieferungen erhalten.

Wenn durch abändernde Bestimmungen der Bauverwaltung eine wesentliche Vermehrung des dem Kontraktsabschlufs zum Grunde liegenden Arbeits- resp. Lieferungsquantums eintritt und in den Specialbedingungen nichts hierüber vorgesehen ist, so soll dem Unternehmer auf seinen schriftlichen Antrag eine verhältnismäfsige Fristverlängerung bewilligt werden, welche von der Direktion festzusetzen ist.

Glaubt sich der Unternehmer durch die Bauverwaltung auf irgend eine Weise in dem Betriebe der ihm übertragenen Arbeiten resp. Lieferungen behindert, so hat derselbe hiervon dem leitenden Baubeamten unverzüglich schriftliche Anzeige zu machen und gleichzeitig Abschrift dieser Meldung an die Direktion einzureichen, welche darüber entscheiden soll, ob die angegebene Behinderung wirklich vorhanden und ob, event. um wie viel Tage, der Termin für Beendigung der betreffenden Arbeiten resp. Lieferungen infolge dessen hinauszurücken ist. Unterläfst der Unternehmer die vorgedachten Anzeigen, so kann er aus einer solchen Behinderung später keinenfalls einen Anspruch auf Verlängerung der bedungenen Vollendungsfrist herleiten. In keinem Falle soll aber eine solche Behinderung den Unternehmer berechtigen, von dem Vertrage zurückzutreten, oder auch nur eine Entschädigung für erlittene Verluste oder entgangenen Gewinn zu verlangen.



Entziehung der Arbeiten und Lieferungen.

§ 11. Wenn die Ausführung der Arbeiten oder Lieferungen nicht rechtzeitig begonnen oder so in die Länge gezogen wird, dafs die Leistungen nicht mehr im richtigen Verhältnis zu der verflossenen Zeit stehen, oder wenn die Arbeiten resp. Lieferungen ganz ins Stocken geraten, oder wenn der Unternehmer das Beginnen oder die Fortsetzung derselben ausdrücklich verweigert; oder, wenn der Unternehmer durch Nachlässigkeit, Unfähigkeit, Zahlungsunfähigkeit — welche auch anzunehmen, wenn er seine Leute nicht regelmäfsig auszahlt oder gerichtliche Arrestschläge auf sein Guthaben angebracht werden — oder aus sonstigen Gründen zu der Besorgnis Veranlassung gibt, er werde das Übernommene vorschriftsmäfsig entweder gar nicht oder doch in der festgesetzten Frist nicht vollständig beendigen: so soll es der Direktion freistehen, dem Unternehmer die Arbeiten resp. Lieferungen nach ihrer Wahl ganz oder teilweise abzunehmen und den betreffenden Teil auf seine Gefahr und Kosten durch einen anderen Unternehmer oder auf Rechnung und für jeden Preis ausführen zu lassen. Auch wenn der Unternehmer wiederholt gegen eine der Kontraktsbestimmungen handelt, oder den Anordnungen des leitenden Baubeamten in Bezug auf die Ausführung wiederholt keine Folge leistet, soll dieses Verfahren eintreten können. Ob einer der erwähnten Fälle vorliegt, darüber entscheidet allein die Direktion.

Für den Fall, dafs die völlige Ausschliefsung des Unternehmers von der Fortsetzung der Arbeiten resp. Lieferungen eintreten sollte, verpflichtet sich derselbe hiermit noch ausdrücklich, der Bauverwaltung die in Benutzung befindlichen Steinbrüche, Materialienvorräte, Gerätschaften, Transportmittel etc. sämtlich zur Verfügung zu stellen. Es soll dabei die Verwaltung befugt sein, ohne weiteres und ungeachtet des Widerspruchs des Unternehmers den Besitz derselben behufs weiterer Benutzung zu ergreifen und zu diesem Zwecke nötigenfalls polizeiliche Hülfe zu requirieren.

Macht die Direktion von den ihr vorstehend gegebenen Befugnissen Gebrauch, so wird von ihr nach der anderweit bewirkten Ausführung der Arbeit oder Lieferung, unter Berücksichtigung des Wertes des vom ursprünglichen Unternehmer selbst Geleisteten und unter Berechnung der durch seine Versäumnis herbeigeführten unmittelbaren oder mittelbaren Schäden und Nachteile, eine Kostenrechnung aufgestellt und dem Unternehmer mitgeteilt, welcher die sich danach ergebende Summe der Verwaltung zu ersetzen hat. — Sollten bei anderweit bewirkter Ausführung der Arbeit oder Lieferung geringere Preise erzielt werden als die mit dem säumigen Unternehmer kontraktlich vereinbarten, so steht letzterem kein Anspruch auf den Minderbetrag zu.

Haftbarkeit des Unternehmers.

§ 12. Zur Erstattung der Ausgaben, welche in einem der vor- oder nachstehend oder in den Specialbedingungen bezeichneten Falle seitens der Verwaltung für Rechnung des Unternehmers erfolgt sind, sowie des Betrages der durch sein Verschulden entstandenen Schäden und Nachteile, desgleichen zur Deckung der verwirkten Konventionalstrafen, wird zunächst die Kaution und das etwaige Guthaben des Unternehmers verwendet. Aufserdem haftet dafür das sonstige Vermögen desselben.

Konventionalstrafe.

§ 13. Werden die einzelnen Arbeiten oder Lieferungen in den kontraktlich stipulierten Fristen, beziehungsweise zu dem von der Direktion nachträglich festgesetzten Termine nicht vollendet, so zahlt Unternehmer, so lange die Direktion von dem in § 11 bedungenen Rechte, die Arbeiten oder Lieferungen anderweitig ausführen zu lassen, keinen Gebrauch macht, eine Konventionalstrafe, deren Höhe durch die Specialbedingungen festgestellt wird. Macht aber demnächst die Direktion — wozu sie berechtigt sein soll — von dem unter § 11 bedungenen Rechte Gebrauch, so behält es zwar für die Vergangenheit bei der bis dahin vom Unternehmer verwirkten Konventionalstrafe sein Bewenden und hat der Unternehmer einen sonstigen Schaden der Bauverwaltung nicht zu ersetzen; dagegen wird für die Folge der der Verwaltung wegen nicht gehöriger Kontraktserfüllung zu leistende Schadenersatz nur nach Mafsgabe des § 11 berechnet und festgestellt, und fällt daher von dem Tage ab, an welchem dem Unternehmer obiger Beschlufs der Direktion eröffnet wird, für die folgende Zeit die Konventionalstrafe fort, — und zwar cessiert dieselbe für die Folge gänzlich, wenn dem Unternehmer die weitere Realisierung der Entreprise ganz abgenommen wird, während bei nur teilweiser Abnahme die Konventionalstrafe selbstredend nur für den entsprechenden Teil wegfällt, und es in betreff des dem Unternehmer belassenen Teils bei der Strafstipulation auch für die Folge bewendet.

Ist die Konventionalstrafe verwirkt, so tritt die Verbindlichkeit, solche zu zahlen, der Hauptverbindlichkeit des Unternehmers hinzu, nicht etwa an deren Stelle, und mufs also der Unternehmer beides sowohl die Erfüllung der Hauptverbindlichkeit, wie auch aufserdem die Zahlung der Strafe leisten. Durch eine ohne Vorbehalt erfolgte Annahme der zu spät vollendeten Arbeiten oder zu spät bewirkten Lieferungen geht demnach der Direktion das Recht auf Einziehung der Konventionalstrafe nicht verloren.

Bauplätze. Beschädigung angrenzender Ländereien. Sicherung der Passage. Zufuhrwege.

§ 14. Dem Unternehmer von Bauarbeiten werden auf seine beim leitenden Baubeamten schriftlich zu stellenden Anträge, die Bauplätze der von ihm herzustellenden Anlagen der Art überwiesen, dafs auf denselben die Mitten, die Richtungen und die wichtigeren Höhenlagen abgesteckt sind. Alle anderen, zur planmäfsigen Ausführung der Arbeiten erforderlichen Absteckungen nebst den nötigen Anschaffungen sind Sache des Unternehmers.

Das zu Werk- und Lagerplätzen an der Baustelle selbst erforderliche Terrain hat sich der Unternehmer auf seine Kosten zu beschaffen.

Alle Folgen von Beschädigungen angrenzender Ländereien durch Auflagerung von Baumaterialien, sowie die Absperrung von Wasserläufen und Wegen fallen dem Unternehmer zur Last und kann derselbe in solchen Fällen eine Übertretung oder Assistenz seitens der Direktion keinenfalls beanspruchen. Nicht minder ist der Unternehmer für alle Schäden an Feldern, Wegen, Bäumen oder sonstigen Gegenständen, sei dies aus Absicht oder Unvorsichtigkeit, durch ihn oder seine Leute geschehen, allein verantwortlich und mufs die Bauverwaltung in dieser Beziehung gegen alle Ansprüche Dritter vollständig vertreten und schadlos halten.

Beschädigungen an der Bahn und deren Anlagen während der Bauausführung werden auf Kosten des Unternehmers, wenn sie durch seine oder seiner Leute Schuld veranlafst sind, wieder hergestellt. Zur Feststellung des Thatbestandes genügt die Anzeige des Aufsichtsbeamten und auf Grund erfolgter Besichtigung die einfache Vorlage der Liquidation des leitenden Baubeamten. Der Kostenbetrag wird dem Unternehmer bei der nächsten Abschlagszahlung ohne weiteres in Abzug gebracht.

Unternehmer hat dafür Sorge zu tragen, dafs an denjenigen Stellen, wo die Passage während des Baues gefährdet werden könnte, rechtzeitig geeignete, event. den polizeilichen Vorschriften entsprechende Vorkehrungen zur Abwendung der Gefahr getroffen werden.

Als Zufuhrwege zur Baustelle resp. zu dem Ablieferungsorte dienen die vorhandenen Chausseen und Kommunalstrafsen und alle Wege, welche dem öffentlichen Verkehr zugänglich oder von der Bauverwaltung zu Bauzwecken angelegt sind. Andere Wege werden dem Unternehmer nicht überwiesen, es sei denn dafs dies in den Specialbedingungen vorgesehen ist. Bei Benutzung von Privatwegen oder Grundstücken ist es lediglich Sache des Unternehmers, mit den Eigentümern sich auf seine Kosten abzufinden.

Geräte und Gerüste.

§ 15. Die Vor- und Unterhaltung aller Geräte, Werkzeuge, Maschinen, Transportmittel, Rüstungen, Interimsbrücken, Einfriedigungen, Schablonen, Hebezeugen, Bauhütten, Verschläge etc., welche zur Ausführung der übernommenen Leistungen erforderlich sind, ist, sofern die Specialbedingungen nichts Anderes bestimmen, ohne Ausnahme Sache des Unternehmers.

Der Unternehmer ist verpflichtet, jedem von der Direktion mit der Ausführung beauftragten Beamten den Zutritt auf seine Arbeitsplätze und in seine Werkstätten zu gestatten und demselben alle diejenige Auskunft und Einsicht zu gewähren, welche zur Erreichung des Zweckes erforderlich ist.

Bevollmächtigte und Beamte des Unternehmers. Polizeiliche Mafsregeln.

§ 16. Der Unternehmer mufs die ihm übertragenen Arbeiten resp. Lieferungen selbst leiten oder mit Genehmigung der Direktion einen sachverständigen Bevollmächtigten ernennen, welcher ihn in bezug auf die übernommenen Verbindlichkeiten durchaus vertritt und auf Verlangen der leitenden Baubeamten statt seiner jederzeit auf den Baustellen oder Lieferplätzen erscheinen, auch den Baubeamten auf Verlangen bei den Revisionen begleiten mufs.

Der Unternehmer von Bauausführungen resp. dessen Stellvertreter ist ferner verpflichtet, sich mindestens einen Tag um den anderen auf den entsprechenden Baustellen einzufinden, um die Arbeiten zu kontrolieren und die Anordnungen des leitenden Baubeamten entgegenzunehmen. Über alle Gegenstände von einiger Wichtigkeit, deren Anlage und Konstruktion aus den Zeichnungen und Nachweisungen nicht deutlich genug hervorgehen sollte, sowie über Abänderungen, welche ihm zu Vorteil des Baues angemessen erscheinen, hat derselbe mit dem ausführenden Beamten so zeitig Rücksprache zu nehmen, dafs die Ausführung ohne Aufenthalt für die übrigen Arbeiten erfolgen kann.

Die Werkmeister, Aufseher, Polierer und Vorarbeiter des Unternehmers müssen die zur guten Ausführung der ihnen anvertrauten Arbeiten erforderlichen Eigenschaften besitzen, auch das Arbeitspersonal richtig anzuleiten wissen und diesem gegenüber die nötige Autorität sich zu verschaffen im stande sein, namentlich aber den Bedingungen entsprechen, welche in § 9 ad (i) der königlichen Verordnung vom 21. Dezember 1846 vorgeschrieben sind. Dieselben sind anzuweisen, den Instruktionen der den Bau leitenden und beaufsichtigenden Beamten ohne Widerspruch Folge zu leisten, und verpflichtet sich der

Unternehmer, auf Requisition des ausführenden Baumeisters diejenigen seiner Beamten und Arbeiter sofort zu entlassen, welche wegen Insubordination, Unfähigkeit oder schlechter Aufführung zu Klagen Veranlassung gegeben haben.

Der Unternehmer unterwirft sich ferner allen polizeilichen Mafsregeln, welche zur Erhaltung der Sicherheit, Ordnung und Ruhe auf den Baustellen von den Polizeibehörden oder von der Bauverwaltung für nötig erachtet werden. Insbesondere wird er dafür verantwortlich gemacht, dafs den Vorschriften der königlichen Verordnung vom 21. Dezember 1846 in jeder Hinsicht genügt werde, und übernimmt derselbe alle Verpflichtungen, welche dieses Gesetz hinsichtlich der beim Bau von Eisenbahnen beschäftigten Handarbeiter der Bauverwaltung auflegt.

In Ermangelung eines ausreichenden Unterkommens in den nächstgelegenen Ortschaften ist der Unternehmer verpflichtet, durch Einrichtung von angemessenen Hütten auf geeigneten, von der Bauverwaltung anzuweisenden Plätzen neben der Bahn ein entsprechendes Unterkommen für die von ihm herangezogenen Arbeiter zu beschaffen. Jede Vernachlässigung, welche sich der Unternehmer nach dem Ermessen des bauleitenden Beamten in dieser Hinsicht zu Schulden kommen lassen möchte, würde zur Folge haben, dafs seitens der Bauverwaltung auf Kosten des Unternehmers die nötig erscheinende Abhülfe geschähe.

Insbesondere verpflichtet sich der Unternehmer, falls die Bauverwaltung wegen Handlungen seiner Arbeiter resp. Beamten von dritten Personen aus dem Haftpflichtgesetze vom 3. Juni 1870 in Anspruch genommen werden sollte, die Gesellschaft zu vertreten und schadlos zu halten.

Abnahme der Arbeiten und Lieferungsgegenstände.

§ 17. Der Unternehmer hat den sämtlichen Abnahmen und den zum Zweck derselben, sowie aus anderen Gründen von der Bauverwaltung als nötig erachteten Verhandlungen beizuwohnen. Erscheint in dem hierzu von dem betreffenden Beamten anberaumten Termine weder der Unternehmer selbst, noch ein in rechtsgültiger Form bevollmächtigter Vertreter desselben, so kann jener demnächst gegen das Resultat der von dem Beauftragten der Direktion in diesem Falle einseitig zu vollziehenden Abnahme keinen Einspruch erheben.

Über jede der vorgedachten Abnahmen wird von dem damit beauftragten Beamten eine Verhandlung aufgenommen, welche der Unternehmer resp. dessen Stellvertreter, wenn die Abnahme in seiner Gegenwart geschehen ist, nebst den etwa zugehörigen Zeichnungen und Berechnungen mit zu vollziehen hat. Dem Unternehmer werden auf sein Verlangen beglaubigte Abschriften dieser Verhandlungen mitgeteilt, welche bei Lieferungen die Stelle von Abnahmeattesten vertreten. Über alle später nicht mehr aufzumessenden Arbeiten werden von den beiderseitigen Aufsichtsbeamten während der Ausführung gegenseitig anzuerkennende Notizen geführt, welche demnächst der Berechnung zu Grunde zu legen sind.

Werden Lieferungsgegenstände vertragsmäfsig nach dem Gewichte in Rechnung gestellt, so ist dasselbe, wenn nach den Specialbedingungen die Gewichtsermittelungen nicht etwa unter Aufsicht eines von der Direktion dazu bestellten Beamten erfolgen müssen, durch gültige Wiegescheine nachzuweisen. Der Verwaltung steht jedoch das Recht zu, die Richtigkeit der letzteren zu prüfen.

Garantie des Unternehmers.

§ 18. Bis zur definitiven Abnahme der von ihm ausgeführten Arbeiten oder Lieferungen haftet der Unternehmer für jede an denselben vorkommende Beschädigung oder Entwendung und hat die zu ihrem Schutze erforderlichen Vorkehrungen auf eigene Kosten zu treffen.

Sofern der Unternehmer nach vorgedachter Abnahme auf Grund der Specialbedingungen für den normalen Zustand und die gute vorschriftsmäfsige Ausführung seiner Arbeiten und Lieferungen noch ferner verantwortlich bleibt, ist derselbe verpflichtet, alle während des festgesetzten Zeitraums nötig werdenden Reparaturen, Nachhülfen und Ergänzungen, welche nach dem Urteile des beaufsichtigenden Beamten als vorschriftswidrige Arbeit oder nicht genügendes Material, überhaupt als von dem Unternehmer verschuldet zu erachten sind, in einer von jenem Beamten festzusetzenden Frist unweigerlich auszuführen, widrigenfalls dies von der Verwaltung auf seine Kosten geschehen wird.

Nach Ablauf der Garantiezeit haftet der Unternehmer nur noch für solche Fehler, welche bei den Abnahmen und Revisionen nicht sichtbar gewesen oder verheimlicht worden sind.

Die Direktion hält sich wegen Erfüllung der kontraktlichen Verpflichtungen lediglich an den Unternehmer. Derselbe vertritt alle Fehler seiner Agenten, Aufseher und Arbeiter und ist für alle Versehen und jeden Betrug derselben verantwortlich.



Kaution.

§ 19. Unternehmer hat auf Verlangen und nach Wahl der Direktion eine Kaution zu bestellen, welche, wenn durch die Specialbedingungen für die Unternehmung keine anderweite Bestimmung getroffen ist, auf den zehnten Teil der Kontraktsumme festgestellt wird.

Diese Kaution mufs entweder baar oder in Staats- oder vom Staate garantierten, auf jeden Inhaber lautenden Papieren gestellt, und innerhalb acht Tagen nach Aufforderung bei der Hauptbaukasse der Direktion eingezahlt werden.

Wird die Kaution in baar geleistet, so findet eine Verzinsung derselben nicht statt.

Den zinstragenden Wertpapieren sind die noch nicht verfallenen Zinscoupons beizufügen. Letztere werden den Einlegern zur Verfallzeit, beziehungsweise bei der Rückgewähr der Kaution wieder ausgehändigt werden, sofern nicht mittlerweile die Kaution ganz oder zum Teil absorbiert ist.

Der Unternehmer stellt der Direktion die Kaution als angreifliches Unterpfand zur Disposition, um an derselben für den Fall, dafs er in irgend einem Punkt den Kontrakt nicht erfüllen würde, sich schadlos zu halten, zu welchem Behuf sie auch befugt ist, die eingelegten Wertpapiere aufsergerichtlich zu veräufsern.

Sinkt der Cours, den die als Kaution bestellten Effekten zur Zeit ihrer Übergabe an die Direktion hatten um 10% oder mehr, so ist der Unternehmer auf Verlangen der Direktion verpflichtet, die Kaution um den Differenzbetrag baar oder in Effekten zu erhöhen.

Die Zurückgabe der Kaution, soweit dieselbe hiernach nicht etwa verfallen ist, erfolgt erst dann, wenn der Unternehmer seine kontraktlichen Verbindlichkeiten erfüllt hat, also erst nach Ablauf der in § 18, beziehentlich in den Specialbedingungen festgesetzten Garantiezeit.

Zahlungen.

§ 20. Sofern die Specialbedingungen nicht anderweite Bestimmungen treffen, soll es rücksichtlich der Zahlungen gehalten werden, wie es im Nachfolgenden festgesetzt ist.

Die Zahlungen für verdungene Arbeiten oder Lieferungen werden nach und nach abschläglich auf Grund vorläufiger Abnahmen, in Raten von nicht unter 1000 M. seitens des leitenden Baubeamten resp. der Direktion angewiesen und aus der Hauptbaukasse oder einer Specialkasse geleistet.

Die Anweisungen werden hierbei so bemessen, dafs der Unternehmer jederzeit mit dem zwanzigsten Teil des Wertes seiner Leistungen im Vorschufs bleibt; dieser zwanzigste Teil bleibt zur Verstärkung der Kaution und als ein Teil derselben unverzinslich in der Kasse der Direktion zurück.

Erst nach bedingungsgemäfser Vollendung und nach vorheriger Abnahme der Arbeiten resp. Lieferungen wird für den Unternehmer die Schlufsrechnung aufgestellt. Die Anweisung der letzteren erfolgt durch die Direktion so schnell, als es ihr Geschäftsgang gestattet, nachdem der Unternehmer vorher die über die ganze Entreprise aufgestellte Revisionsnachweisung, mit Vorbehalt der bei der Superrevision sich etwa ergebenden Fehler, schriftlich als richtig anerkannt hat, womit er auf alle Nachforderungen verzichtet.

Die Anweisung der Abschlagszahlungen kann suspendiert werden, wenn der Unternehmer die Kontraktsbestimmungen nicht vollständig erfüllt. Die Direktion ist auch berechtigt, einen Teil der Schlufszahlung als Kaution für die Beseitigung von Mängeln, welche sich bei der Abnahme etwa ergeben haben, unverzinslich zurückzubehalten.

Gleichzeitig mit der Schlufszahlung wird der zur Verstärkung der Kaution einstweilen zurückbehaltene Teil des Guthabens dem Unternehmer ausgezahlt, soweit er nicht nach den vorherigen Bestimmungen von der Direktion zur Erfüllung der kontraktsmäfsigen Obliegenheiten des Unternehmers hat verwendet werden müssen oder noch verwendet werden mufs.

Schiedsgericht.

§ 21. Differenzen, welche zwischen der Bauverwaltung und dem Unternehmer über die kontraktsmäfsige Ausführung und Beschaffenheit der vom Unternehmer zu bewirkenden Arbeiten und Lieferungen, bezw. deren Vergütung entstehen, werden endgültig durch ein Schiedsgericht entschieden.

Zu diesem Schiedsgericht wählt der zuerst ein Schiedsgericht anrufende Kontrahent ein Mitglied und fordert den anderen Kontrahenten zur Wahl des zweiten Mitgliedes auf, welcher diese Wahl innerhalb 14 Tagen vom Tage dieser Aufforderung zu vollziehen hat.

Wird seitens des letzteren Kontrahenten diese Frist nicht innegehalten, dann wählt der erstere Kontrahent auch das zweite Mitglied.

Die so gewählten beiden Schiedsrichter ernennen einen Obmann und fällen mit diesem demnächst den Urteilspruch. Das schiedsrichterliche Urteil ist stets schriftlich abzugeben und ist für beide Teile

ohne jegliche Widerrede verbindlich. — Die durch das schiedsrichterliche Verfahren entstehenden Kosten fallen, insofern vom Schiedsgerichte darüber keine andere Entscheidung getroffen wird, dem unterliegenden Teile zur Last.

Übertragung der Kontraktsverpflichtungen.

§ 22. Ohne Genehmigung der Direktion darf der Unternehmer seine Kontraktsverpflichtungen nicht auf andere übertragen.

Tod des Unternehmers.

§ 23. Sollte der Unternehmer vor Erfüllung des von ihm eingegangenen Vertrages mit Tode abgehen, so geht die unerfüllte Verbindlichkeit unter fortdauernder Haftbarkeit der eingelegten Kaution und des zurückbehaltenen Guthabens auf dessen Erben über, insofern dieselben nicht eine Verzichtleistung auf die Ausführung des Vertrages vorziehen, worüber sie sich innerhalb vierzehn Tagen nach dem Tode des Unternehmers zu erklären haben. Wenn die Erben den Vertrag fortsetzen wollen, so müssen sie jedenfalls einen der Direktion genehmen, gehörig legitimierten und nach § 16 qualifizierten Bevollmächtigten stellen.

Der Direktion steht jedoch in demselben Termine ebenfalls das Recht zu, den Vertrag anstatt ihn mit den Erben fortzusetzen, unter vertragsmäfsiger Vergütung des bereits Geleisteten, für aufgelöst zu erklären. Selbstredend werden durch diese Bestimmung die beim Tode des Unternehmers durch dessen Handlungen oder Unterlassungen bereits begründeten beiderseitigen Verpflichtungen und Rechte nicht geändert.

Stempelkosten.

§ 24. Der Unternehmer trägt die Stempelkosten zur Abschliefsung des Vertrages, sowie zu den sonstigen, etwa später erforderlich werdenden, auf die Unternehmung Bezug habenden Verhandlungen nach Mafsgabe der gesetzlichen Bestimmungen.

Die Direktion.

Vorstehende Bedingungen werden in Bezug auf Offerte vom ten von als mafsgebend anerkannt.

. . . . , am ten D Submittent.

(Namensunterschrift).

§ 6. Formen der Verträge. Verfahren beim Abschlufs derselben.

Die von der Bauverwaltung und den ausführenden Organen gegenseitig übernommenen Verpflichtungen pflegen dokumentiert zu werden, entweder

1. durch Accordzettel oder
2. im Wege der Korrespondenz oder
3. durch förmliche Verträge.

Zu 1. Unter Accordzettel versteht man gewöhnlich die beim Regiebau vorkommende Form des schriftlichen Übereinkommens zwischen der Bauverwaltung und den einzelnen Schächten. — Der Accordzettel mufs neben der lauf. No. des Registers den Namen des Schachtes bezw. des Schachtmeisters, die genaue Bezeichnung der verdungenen Arbeiten, die dafür vereinbarten Einheitspreise oder Pauschsumme und den Vollendungstermin enthalten.

Aufserdem werden in dem Accordzettel häufig noch aufgenommen:

Besondere Bedingungen über Ausführung der Arbeiten, über Abschlagszahlungen, Geräte etc.,

Tabellen über die Höhenlagen und Abmessungen der Arbeiten,

Notierungen über geleistete Zahlungen.

Eine daraus sich ergebende Form für **Accordzettel über Erdarbeiten** ist folgende:

. . . . **Eisenbahn.**
tė Abteilung te Sektion.
Accordzettel No. für Arbeit.

Der Schachtmeister übernimmt in nachstehend bezeichneten Stationen folgende auszuführen:

No.	In den Stationen von	bis	Zahl der Einheiten.	Beschreibung der Arbeiten.	Accordpreis für die Einheit Mark	Pf.	Geldbetrag im ganzen Mark	Pf.
				Summa				

Der Schachtmeister verpflichtet sich, diese übernommenen Arbeiten bis zum ten 18 in gutem, untadelhaftem Zustande abzuliefern, in welchem Falle derselbe den Betrag am nächsten Zahltage im Beisein der Schachtältesten unverkürzt ausgezahlt erhält.
den ten 18 Der Schachtmeister.

Für Extraarbeiten erhält der Schachtmeister

	Mark	Pf.
1. für das Ausroden der in den Stationen No. bis à qm	–	–
2. für Rasenabstechen à qm	–	–
3. für Abdecken des Mutterbodens à qm	–	–
4. für das Polieren und Bekleiden der Dossierungen mit fruchtbarer Erde à qm	–	–
5. für das Polieren und Bekleiden der Dossierungen mit Rasen	–	–
6. für bei der Erdarbeit gefundene à cbm	–	–
7. für Unterhaltung der Gerätschaften	–	–
Für Extraarbeiten . .	–	–
Desgleichen obige Accordsumme . .	–	–
In Summa . .	–	–

den ten 18 Der Sektionsbaumeister.

Besondere Bedingungen.

Für die in dem Accordzettel aufgeführten Preise ist der Schacht verpflichtet, die übernommenen Arbeiten nach den speciellen Anweisungen der den Bau leitenden und beaufsichtigenden Beamten tüchtig und vorschriftsmäfsig auszuführen, weshalb nicht nur vom Schachtmeister, sondern auch von jedem einzelnen Arbeiter die von den genannten Beamten zu erteilenden Anweisungen, mögen dieselben sich auf die Art und Weise des Angriffs der Arbeiten und dabei zu treffenden Dispositionen oder aber auf die tüchtige und kunstgerechte Ausführung derselben beziehen, unweigerlich befolgt werden müssen.

In Bezug auf die Ausführung der Erdarbeiten wird noch Folgendes ausdrücklich zur Pflicht gemacht. Die sämtlichen Auf- und Abtragsdossierungen müssen, wenn zur Befestigung derselben kein Rasen angewendet wird, für den bedungenen Preis mindestens 0,2 m stark mit fruchtbarer Erde bekleidet werden, zu welchem Zwecke die obere Erdschicht aller Flächen, welche vergraben oder verschüttet werden sollen, nach Erfordernis 0,2 bis 0,3 m tief abzustechen und nach näherer Anweisung seitwärts der Bahn abzulagern ist. Auf Wiesen und Weiden geschieht das Abstechen der oberen Schicht in regelmäfsiger Rasenform und in einer Stärke von mindestens 0,1 m.

Der Schacht darf das ihm zur Ausführung der Arbeiten, sowie zum Ablagern von Erde und anderem Material von den Aufsichtsbeamten bezeichnete Terrain nicht eigenmächtig überschreiten, widrigenfalls er für allen daraus entstehenden Schaden aufzukommen und den Ersatz dafür zu leisten hat.

Bei der Anlage des Bahnkörpers an den Seitenanlagen sind die in den nachstehenden Tabellen angegebenen Mafse genau zu beobachten.

1. Höhenmafse des Bahnplanums.

Station No.										
Auftrag in m . . .										
Abtrag in m . . .										

2. Breitenmaſse und Böschungsanlage.

Station No.	Planumsbreite des Auftrags links m	Planumsbreite des Auftrags rechts m	Breite des Einschnitts inkl. Einschnittsgraben links m	Breite des Einschnitts inkl. Einschnittsgraben rechts m	Böschungsverhältnis.	Bemerkungen.

Geleistete Zahlungen.

No.	Der Anweisung			Abschlags- und Accordzahlung.							
				Betrag im ganzen		Davon kommen auf					
						die Krankenkasse		den Schachtmeister		die Arbeiter	
	Tag	Monat	Jahr	Mark	Pf.	Mark	Pf.	Mark	Pf.	Mark	Pf.

Der Accordzettel wird in zwei Exemplaren ausgestellt, von denen das eine der Schachtmeister erhält, das andere der Bauverwaltung verbleibt.

Um ihn nicht stempelpflichtig zu machen, hat jedes der Exemplare nur eine Unterschrift zu tragen, das eine die des Schachtmeisters, das andere die des Beamten.

Bei Abschluſs von Schachtaccorden mit Schächten ist mit besonderer Vorsicht bei der Feststellung der zu bewilligenden Preise zu verfahren, damit der den einzelnen Arbeitern erwachsende Verdienst im richtigen Verhältnisse zu dessen Bedürfnissen, zu dem üblichen Tagelohn stehe. Es ist zu vermeiden, daſs der Verdienst der Arbeiter in den verschiedenen Schächten ein zu verschiedener werde, weil dadurch leicht Miſstrauen in die Unparteilichkeit der Beamten, somit Erbitterungen unter den Arbeitern und Störungen auf den Baustellen entstehen.[8])

Daher empfiehlt es sich, den einzelnen Schächten möglichst gleichförmige und leicht zu übersehende Arbeiten zu übertragen, sodaſs der einzelne Mann sich Klarheit über den ihm zustehenden Verdienst verschaffen kann. Am vollkommensten wird letzteres erreicht, wenn neben den Accordsätzen zugleich im voraus festgestellt wird, wieviel für jede Ladung des betreffenden Transportgefäſses (Karre, Wagen etc.) bezahlt wird, und also der Arbeiter aus der Zahl der täglich geförderten Einheiten sofort den ihm zustehenden Geldbetrag ermitteln kann. Kommen gröſsere Arbeiten vor, die ihrer Natur nach den einzelnen Arbeitern nicht gut gegen Accordsätze übertragen werden können, wie Entwässerungsanlagen, Reparaturen und Unterhaltungsarbeiten, so werden für solche Arbeiten Schächte im Tagelohn angestellt.

Zu 2. Im Wege der Korrespondenz entstehen Verträge, indem die eine Partei schriftlich Anträge stellt, welche die andere Partei annimmt.

Bei Bauausführungen und Lieferungen wird der Antrag in Form einer Offerte des Unternehmers oder eines Bestellschreibens der Bauverwaltung gestellt und das Geschäft gilt als abgeschlossen, wenn im ersteren Falle die Bauverwaltung, im zweiten der Unternehmer eine zusagende Antwort erteilt hat.

---

[8]) Die auf Grund des Schachtaccordes vor jeder Zahlung aufzustellenden Lohnlisten, aus welchen sich der für die betreffende Zahlperiode ergebende Satz pro Arbeitsschicht und der einem jeden Schachtarbeiter auszuzahlende Betrag ersehen läſst, erhalten wohl folgende Form:

Die schriftlichen Anträge (Bestellschreiben oder Offerten) pflegen einige allgemeine Bedingungen über die Art der Ausführung, der Zahlung, Konventionalstrafen, Entscheidung von Differenzen, ferner eine specielle Beschreibung der Arbeiten oder Lieferungen, die Massen, die Preise resp. Geldbeträge, die Vollendungstermine und andere zu den betreffenden Objekte erforderliche Bestimmungen zu enthalten.

Als Beispiel eines Formulars, welches für diese Zwecke bei gröfseren Bauausführungen vielfach angewandt ist, geben wir folgendes. Auf der Rückseite enthält dasselbe das Antwortschreiben, welches nur ausgefüllt und vollzogen zu werden braucht.

No. den ten 188

An

Herr in . . . .

Zum Bau des

bestellt Unterzeichneter hierdurch die Ausführung der in dem umstehenden Verzeichnisse beschriebenen Arbeiten resp. Lieferungen zu den beigesetzten Preisen und unter folgenden Bedingungen:

1. Arbeiten und Lieferungen, welche nach dem Urteile der Bauverwaltung den Bestimmungen des umstehenden Verzeichnisses, sowie den etwa dazu gehörigen Zeichnungen und Probestücken nicht entsprechen, müssen je nach Vorschrift des betreffenden Baubeamten von dem Unternehmer geändert oder ersetzt werden. Ausgeschossene Lieferungsgegenstände sind auf Kosten des Unternehmers sofort vom Bauplatze zu entfernen.

(Aufsenseite)
grofs Folio-Format

. . . . **Eisenbahn.**

Sektion . . . .

Lohnliste

der Erdarbeiter im Schachte bei Station (Schachtmeister)

für den Zeitraum vom ten bis ten 18

No.	Verdienter Lohn.	Beträge Mark	Pf.	Abzüge.	Beträge Mark	Pf.
				Beitrag zur Krankenkasse		
				kg Pulver à M. Pf. .		
				Ringe Sicherheitszünder à . .		
				Schachtgeld à pro Schicht . .		
	Mafs Erde à					
	Summa . .			Summa . .		
	Hiervon nebenstehende Abzüge					
	Bleiben zu verteilen					

pro Schicht M. Pf.

(Innere Seiten.)

Lauf. No.	Namen der Arbeiter.	Anzahl der Schichten	Lohnbeträge Mark	Pf.	Davon ab: Abschlag Mark	Pf.	Mark	Pf.	Mark	Pf.	in Summa Mark	Pf.	Bleiben baar auszuzahlen Mark	Pf.	Bemerkungen

2. Die Arbeiten und Lieferungen müssen bis zu dem in dem Verzeichnisse angegebenen Endtermine vollendet werden. Für jeden Tag Verspätung zahlt der Unternehmer eine Konventionalstrafe im Betrage von 1/2 Prozent der bei richtiger Erfüllung seiner Verbindlichkeiten ihm dafür zustehenden Gesamtforderung. Aufserdem steht es der Bauverwaltung frei, das nach dem genannten Termine noch fehlende Quantum auf Rechnung des Unternehmers ganz oder teilweise anderweitig zu beschaffen.

3. Nachdem die Arbeiten resp. Lieferungen ganz vollendet, seitens der Bauverwaltung revidiert und bedingungsgemäfs befunden sind, erfolgt nach der darüber aufgestellten Rechnung die Zahlung durch die für die betreffende Baustrecke eingerichtete Specialkasse der Eisenbahn.

Nachdem Sie mir den Empfang des Gegenwärtigen und Ihr Einverständnis mit dessen Inhalte, innerhalb der nächsten acht Tage angezeigt haben werden, wozu ich das anliegende Formular zu benutzen bitte, betrachte ich dieses Geschäft als definitiv abgeschlossen.

Lieferungs- und Arbeitsverzeichnis.

Lauf. No.	Vordersätze.	Beschreibung des Gegenstandes, Lieferungstermin, event. auch Garantiedauer.	Einheitspreis		Geldbetrag im ganzen	
			Mark	Pf.	Mark	Pf.

den ten 188

An

den Herrn . . . .

in . . . .

In Erwiderung auf das mir zugegangene Schreiben vom von dem eine Kopie vorstehend zurückerfolgt, erkläre ich mich mit dem Inhalte desselben einverstanden und verpflichte mich demnach, die bei mir bestellten Arbeiten resp. Lieferungen zu einem Gesamtbetrage von Mark Pf. unter den mitgeteilten Bedingungen vorschriftsmäfsig und pünktlich auszuführen.

Der Unternehmer.

Die Formulare für Offerten unterscheiden sich von denen der Bestellschreiben nur durch den Eingang und den Schlufs des Schreibens, die allgemeinen Bedingungen, sowie das Lieferungs- und Arbeitsverzeichnis bleiben dieselben.

Die erwähnte, dem kaufmännischen Verkehr entnommene Art des Geschäftsabschlusses eignet sich vorzugsweise für Lieferungsgeschäfte, welche in dieser Form denn auch oft über sehr erhebliche Objekte, Schienen, Betriebsmittel etc. abgeschlossen werden. Für Verträge über gröfsere Bauausführungen dagegen wählt man beim Entreprisebau in der Regel die ad 3 besprochene Form.[9])

Zu 3. Unter den schriftlichen Verträgen im engeren Sinne sind die von beiden kontrahierenden Teilen vollzogenen Dokumente zu verstehen, welche in erschöpfender Weise die gegenseitig übernommenen Verpflichtungen feststellen.

Bei der Vielseitigkeit der Einzelleistungen, welche die Ausführung des den Gegenstand eines Bauvertrags bildenden Bauobjektes mit seltenen Ausnahmen umfafst, erfordert die Klarlegung der für die Kontrahenten gegenseitig bestehenden Verbindlichkeiten und Rechte umfangreiche Bestimmungen. Dieselben sind teils allgemeiner Art, indem sie die Beziehungen zwischen den Kontrahenten, die Art der Zahlungsleistung, die Abwickelung der Geschäfte etc. betreffen und für die meisten Entrepriseverträge unverändert anwendbar bleiben; teils sind sie Bedingungen vorwiegend technischer Art und beziehen sich auf die verschiedenen Gattungen von Leistungen (z. B. Erdarbeiten, Maurerarbeiten, Zimmerarbeiten, Lieferung von Bausteinen etc.)

Um die Vorbereitungen zum Abschlufs der Verträge möglichst zu vereinfachen, ist es üblich, dafs seitens der Bauverwaltung sowohl die allgemeinen Bedingungen, wie

---

[9]) Sog. Bestellzettel sind schriftliche Aufträge über Lieferungen geringfügiger Gegenstände (z. B. Bureauutensilien), welche bei Einreichung der Rechnungen diesen als Belege beigefügt zu werden pflegen.

die besonderen festgestellt, durch Druck vervielfältigt und zur Kenntnis der Unternehmungslustigen gebracht werden. (Bedingnishefte). Für einen speciellen Fall bleibt dann nur übrig, den Gegenstand des Vertrages in einem Verzeichnis der Arbeiten und Lieferungen, event. unter Bezugnahme auf beigefügte Pläne und Berechnungen zu präcisieren.

Als Beispiel hierfür kann das im § 24 des vorigen Kapitels in Verbindung mit dem Submissionsformular angeführte Preis- und Massenverzeichnis gelten.

Wird der Vertrag infolge eines Submissionsverfahrens abgeschlossen, bei welchem die Submittenten ihre Offerte nach dem darüber mitgeteilten Formulare (siehe § 24 des vorigen Kapitels) abgegeben haben, so pflegt die acceptierte Offerte als ein integrierender Teil des Vertrages diesem beigefügt zu werden.

Die weiteren Anlagen des Vertrages bilden die oben erwähnten allgemeinen Bedingungen (siehe § 5 dieses Kapitels) und die speciellen Ausführungsbedingungen mit den zu diesen event. gehörenden Unterlagen an Plänen, Zeichnungen, Nachweisungen etc. (vergl. beispielsweise die speciellen Bedingungen für die Übernahme von Erdarbeiten etc. im § 24 des Kapitels III).

Indem der Vertrag auf die vorgenannten Anlagen Bezug nimmt, braucht er selbst nur die Bezeichnung des Objektes, die Angabe der Kontraktsumme, die Höhe der Kaution und etwa solche Bestimmungen zu enthalten, welche die anliegenden Normativbedingungen ergänzen oder modifizieren, wie z. B. die Paragraphen 3 u. 4 des folgenden Schemas:

Kontrakt No. Stempelberechnung

Hauptexemplar . . . Nebenexemplar . . . .

. . . . Eisenbahn.

Abteilung . . . . . .

Kontrakt

über . . . .

Zwischen dem Abteilungsbaumeister zu . Namens und unter Vorbehalt der Direktion und dem Bauunternehmer zu ist folgender Kontrakt verabredet und abgeschlossen worden.

§ 1. D übernimmt auf Grund der nachstehenden Bedingungen, sowie der diesem Kontrakte als integrierende Bestandteile beigefügten, von den Unternehmern durch Unterschrift anerkannten

allgemeinen Bedingungen für die Übernahme von Bauarbeiten und Lieferungen,

speciellen Bedingungen für . . . .

(event. sind hier auch die betr. Pläne, Zeichnungen, Massendispositionen und andere Nachweisungen aufzuführen).

die Ausführung der in dem angehefteten Preis- und Massenverzeichnisse näher bezeichneten . . . . Arbeiten in der Strecke von bis zu den beigesetzten Einheitspreisen.[10])

Die hiernach sich ergebende Totalsumme ist ermittelt zu . . . .

§ 2. Die nach § 19 der allgemeinen Bedingungen von den Unternehmern zu leistende Kaution wird auf festgesetzt.

§ 3. (Die Unternehmer haften einer für den anderen, solidarisch, für die richtige Erfüllung dieses Kontraktes, nehmen auch gemeinschaftlich Domizil bei . . . .

Alle unter der angegebenen Adresse dem einen der Unternehmer zugesandten Briefe etc. werden als jedem derselben einzeln zugefertigt angesehen).

§ 4. (Sollten die Unternehmer unterlassen, die von ihnen beschäftigten Accordarbeiter und Tagelöhner an den üblichen, rücksichtlich ihrer Frist durch den § 8 d der Verordnung vom 21. Dezember 1846 näher bestimmten Zahlungstermine auszulohnen, so steht der Direktion das Recht zu, die Arbeiter auf Höhe ihrer nachweisbaren Lohnrückstände aus dem Guthaben der Unternehmer resp. aus der von denselben vertragsmäfsig zu leistenden Kaution direkt zu befriedigen).

Also abgeschlossen, doppelt ausgefertigt, unterschrieben und jedem der Kontrahenten ein Exemplar ausgehändigt.

. . . . . . , den ten . . . . . . , den ten

Der Abteilungsbaumeister. Die Unternehmer.

[10]) Wird nicht nach Einheitspreisen, sondern nach Prozenten der Anschlagssumme oder nach anderweitig bestimmten Pauschalsummen abgeschlossen, so ist dementsprechend der Wortlaut zu ändern.

§ 7. Organisation des Baupersonals.

Der bauleitenden Instanz liegt die Anordnung der Bauausführung, die Beaufsichtigung derselben und das Rechnungswesen ob. Zu diesen Obliegenheiten tritt meist noch die Ausführung der speciellen Vorarbeiten, sofern dieselben je nach der in den verschiedenen Ländern bestehenden Organisation nicht durch besondere Behörden oder Gesellschaften geschieht, beziehungsweise vor Inangriffnahme des Baues im wesentlichen abgeschlossen ist. Die Leitung der Baugeschäfte pflegt an oberster Stelle von einem technischen Dirigenten (Baudirektor) auszugehen. Unter ihm fungieren die den einzelnen Baustrecken, in welche die ganze Linie eingeteilt ist, vorstehenden Baubeamten entweder unmittelbar oder es werden bei unbedeutendem Umfange der Geschäfte mehrere solche Strecken zu einzelnen Abteilungen zusammengelegt und zunächst einem Abteilungschef untergeordnet.

Den Technikern steht das erforderliche Personal an Feldmessern und Bureaubeamten, Sekretären, Kalkulatoren, Expedienten, Bauschreibern etc. zur Seite. Für einen raschen und geregelten Geschäftsgang ist es von Wichtigkeit, die Organisation möglichst einfach, in möglichst wenigen Abstufungen zu gestalten und einer jeden Dienststelle eine ungeteilte Verantwortlichkeit, bei nicht zu sehr beschränkter Machtvollkommenheit zu gewähren.

Die Tüchtigkeit der zur Verfügung stehenden Kräfte und der Umfang der Geschäfte sind die für die Organisation der Bauverwaltung vornehmlich mafsgebenden Faktoren. Der Geschäftsumfang hängt wesentlich ab von der Art der Bauausführung, ob in Regie, ob in kleineren oder gröfseren Unternehmungen. Während beim Regiebau eine grofse Anzahl jüngerer Kräfte für die specielle Anordnung der Bauausführung, die Beaufsichtigung der Arbeiter, die Abnahme der Arbeiten, die Aufstellung der Rechnungen und deren Revision erforderlich wird, fallen beim Entreprisebau die meisten dieser Arbeiten den Unternehmern zu, die sie in weniger schematischer und bureaukratischer Weise mit verhältnismäfsig geringem Personal erledigen. Wird dadurch die Gesamtzahl der Beamten schon vermindert, so entsteht im speciellen eine ganz erhebliche Einschränkung des der Bauverwaltung unterstellten Personals, dessen Thätigkeit sich vorzugsweise nur noch auf die Kontrole der Bauausführungen, auf die Baudispositionen im grofsen und auf die vertragsmäfsige Abwickelung der Geschäfte zu erstrecken hat.

Wie verschieden sich hiernach die Organisationen gestalten, mag an einigen Beispielen gezeigt werden.

a. In England besteht bekanntlich das System der Bauausführungen durch gröfsere Unternehmer. Die Bahngesellschaften übertragen hier die Leitung sämtlicher Baugeschäfte einem einflufsreichen, namhaften Ingenieur, welcher in der Regel in London, dem geschäftlichen Mittelpunkt des Landes, seinen Wohnsitz und seine ausgedehnten Bureaux hat. Bei der grofsen Anzahl selbständiger Bahnen, welche früher in England bestanden und erst später zu grofsen Komplexen fusioniert sind, waren die bedeutenden Ingenieure, wie Brunel, Stephenson u. a. gleichzeitig Chefingenieure für eine gröfsere Zahl von Bahngesellschaften. Durch die Vermittelung der Chefingenieure werden die Vorlagen für das Parlament (parliamentary works) vorbereitet, die speciellen Vorarbeiten ausgeführt, auf den Centralbureaux die Specialprojekte festgestellt und die Baukontrakte häufig auf Grund freihändiger Verhandlungen mit den Unternehmern, sonst im Wege der Submission, abgeschlossen. Die Bauausführung wird geleitet und überwacht durch einen Oberingenieur (resident engineer), welcher an einem Hauptpunkte der zu bauenden Linie seinen Wohnsitz hat, und ferner durch die dem Oberingenieur untergeordneten

Streckeningenieure (superintending engineers), denen die einzelnen nach Losen (Kontrakten) abgeschlossenen Baustrecken unterstellt sind. Der Grunderwerb liegt meistens in der Hand von Kommissaren, welche von dem Oberingenieur die technischen Unterlagen und Instruktionen für die Verhandlungen erhalten. Die Einteilung in Baustrecken erfolgt, wie erwähnt, nach den einzelnen Kontrakten (Losen), sodafs der Bereich eines Streckeningenieurs die Arbeiten eines oder mehrerer Unternehmer umfafst. Beispielsweise waren bei einer der Brunel'schen Bahnen einem Oberingenieur eine gleichzeitig im Bau befindliche Bahnstrecke von etwa 120 englischen Meilen (190 km) überwiesen. Sämtliche Unterbauten (also ohne den Oberbau und die Bahnhöfe) wurden auf dieser Länge in 10 Kontrakten von ebensoviel verschiedenen Unternehmern oder Konsortien vergeben und von 6 Streckeningenieuren überwacht, denen je nach Erfordernis ein oder mehrere Assistenten und für den Umfang eines jeden Kontraktes ein bis zwei Bauaufseher zugeteilt waren.

Neben strengster Überwachung der Bauausführungen, der Unterweisung der Unternehmer und der Erledigung vorkommender Zwischenfragen, lag den Streckeningenieuren ob, alle 14 Tage einen Bericht über den Fortgang und den Stand des Baues und eine überschlägliche Berechnung der ausgeführten Arbeiten dem Oberingenieur einzusenden. Von diesem wurden die Berichte resumiert und die Berechnungen nach vorgenommener Revision dem Chefingenieur in London übersandt, der dann die Auszahlung an die Unternehmer veranlasste. Diesem sehr einfachen Geschäftsgang entsprechend war das Personal des Oberingenieurs ein sehr geringes. Aufser den bereits erwähnten Beamten an der Strecke waren an der Centralstelle unter dem Oberingenieur beschäftigt:

1 Stellvertreter, welcher gleichzeitig Streckeningenieur war, ein jüngerer Ingenieur, 1 Zeichner, 1 Sekretär, 1 Schreiber.

b. In Frankreich ist die Stellung der höheren Baubeamten durch die Organisation des Corps der Brücken- und Strafsenbau-Ingenieure staatlich geregelt.

Die Rangstufen sind:

Inspecteurs généraux I. u. II. Klasse,
Ingénieurs en chef I. u. II. Klasse,
Ingénieurs ordinaires I., II. u. III. Klasse,
Ingénieurs élèves.

Da die Ingenieure auch bei etwaigem Eintritt in Privatstellen noch längere Zeit dem Corps anzugehören pflegen, so hat dessen Organisation auch Einflufs auf die der gröfseren Privatverwaltungen.

Was die Einteilung der Baustrecken und die Art der Ausführung betrifft, so ist beispielsweise nach den statistischen Berichten[11]) über den Bau einzelner Linien der Orléans_Bahn, die etwa 139 km lange Linie von Montluçon nach Limoges für die in den Jahren 1862 bis 1865 erfolgte Ausführung der Bauarbeiten in drei Arrondissements eingeteilt gewesen von 45, 43 und 51 km Länge und jedes Arrondissement in 4 Lose oder Sektionen.

Aufser den hierdurch erforderlich gewordenen vier Chefs de section und drei Chefs d'arrondissement, welche dem in Paris residierenden Ingénieur en chef untergeordnet gewesen, hat zur Zeit der gröfsten Bauthätigkeit, das Baupersonal, ohne die Beamten der Centralverwaltung in Paris, aus 18 Kondukteuren, 24 Aufsehern, 30 Bureaubeamten und 47 weiteren Unterbeamten bestanden.

---

[11]) Vergl. W. Nördling: „Chemin de fer d'Orléans, Résau central. Compte rendu statistique de la construction de la ligne de Montluçon à Limoges". Paris 1866.



Die Ausführung des Unterbaues (Erdarbeiten und Kunstbauten) eines jeden Loses sind an je einen Unternehmer vergeben; die Kontraktsummen haben bis $2^3/_4$ Million, im Durchschnitt etwa $1^1/_2$ Million Franken betragen. Die eisernen Brücken, das Legen des Oberbaues, die Hochbauten, Barrièren, Einfriedigungen sind für die ganze Linie an besondere Unternehmer verdungen, in ähnlicher Weise die Schienen, das Kleineisenzeug, die Weichen, Drehscheiben, Krähne und andere Teile der Bahnhofsanlagen.

Die in den Jahren 1859 bis 1862 erbaute Linie Bourges-Montluçon von 100,5 km Länge ist in 3 Arrondissements von 30 bis 36 km Länge und 8 Sektionen eingeteilt gewesen; das Personal hat aufser dem Ingénieur en chef und den Beamten der Centralverwaltung in Paris aus 3 chefs d'arrondissement, 8 chefs de section, 8 Kondukteuren, 16 Aufsehern, 25 Bureaubeamten und 40 weiteren Unterbeamten bestanden. Die Vergebung der Unterbauten der einzelnen Lose von durchschnittlich $^2/_3$ Million Franken und die der übrigen Arbeiten und Lieferungen ist ähnlich der bei vorerwähnten Linien gewesen.

c. In Österreich, wo die neueren Bahnbauten ebenfalls vorwiegend im Wege der Entreprise ausgeführt sind, bestehen bei den nach Etzel'schem Muster organisierten Linien meist folgende drei bautechnische Instanzen:

Die Sektionen, die Inspektionen, die Baudirektion.

In der betreffenden Instruktion der k. k. priv. Südbahngesellschaft heifst es darüber:

Für die Projektierung, Ausführung und Abrechnung der Bauten werden die zur Ausführung bestimmten Linien des Netzes der Gesellschaft in Sektionen von je 5 Meilen (38 km) Länge durchschnittlich geteilt, deren Obliegenheit der Vollzug und die unmittelbare Leitung der Geschäfte ist.

Je 3 bis 4 Sektionen bilden eine Inspektion, deren Aufgabe die Kontrole und Leitung der Thätigkeit der Sektionen zum Zweck einheitlicher Behandlung und gleichmäfsigen Fortschritts der Arbeiten ist, und welche den Verkehr der Baudirektion mit den Sektionen und umgekehrt vermittelt.

In den Bureaux der Baudirektion werden 5 Hauptgeschäftsabteilungen unterschieden, nämlich:

I. Unterbau,
II. Oberbau und mechanische Einrichtungen, Telegraphen etc.,
III. Hochbau,
IV. Kassen- und Rechnungswesen,
V. Sekretariat.

Das Dienstreglement des Baudirektors lautet wie folgt:

§ 1. Dem Baudirektor liegt ob: Die Leitung aller technischen, administrativen und Rechtsgeschäfte, welche durch den Bau der der Gesellschaft konzessionierten Eisenbahnlinien und deren zugehörigen Anstalten veranlafst werden.

§ 2. Der Baudirektor bearbeitet und unterstellt der Genehmigung des Verwaltungsrates sämtliche auf die verschiedenen Zweige des Baudienstes bezüglichen organischen Einrichtungen und Reglements.

§ 3. Er beantragt die Anstellung und Entlassung sämtlicher bleibend anzustellender oder angestellter Beamten und Diener, die Ernennung und Entlassung blos zeitlich anzustellender oder angestellter, sofern der Gehalt derselben 600 fl. jährlich übersteigt, und die Honorierung sämtlicher Beamten und Diener im Ressort der Baudirektion.

§ 4. Er bearbeitet und unterstellt der Beschlufsfassung des Verwaltungsrates die allgemeine Richtung der Bahntracen und die Situation der Bahnhöfe und Haltstellen mit den summarischen Kostenvoranschlägen der betreffenden Bahnlinien.

§ 5. Er bearbeitet und legt dem Verwaltungsrat vor: Den Operationsplan, die Bestimmungen rücksichtlich des Zeitpunktes der Inangriffnahme und Vollendung der verschiedenen Eisenbahnlinien oder Teile derselben.

§ 6. Er bearbeitet und bringt vor den Verwaltungsrat: Die detaillierten Pläne und Kostenanschläge für den Bau und die Ausrüstung der Bahnen, auf deren Grund die erforderlichen Kredite zu bewilligen sind.

Hinsichtlich der Disposition der Bahnhöfe und Haltestellen, der Gebäude und Einrichtungen für den Dienst, der Aufnahme und Beförderung von Passagieren und Gütern, für die Einstellung, Bedienung

und Reparatur der Betriebsmaterialien, ferner hinsichtlich der Signalvorrichtungen hat der Baudirektor sich mit dem Betriebsdirektor ins Einvernehmen zu setzen.

§ 7. Auf den Grund der von dem Verwaltungsrate genehmigten Pläne und Kostenanschläge trifft der Baudirektor die für die Ausführung der Bauten erforderlichen Vorkehrungen.

Er leitet die Erwerbung der für die Anlage der Bahn erforderlichen Gründe ein und legt dem Verwaltungsrate die Verträge über Abtretung derselben vor.

Er erläfst die Einladungen zu Angeboten auf Übernahme von Bauarbeiten und Lieferungen, empfängt die Angebote und stellt an den Verwaltungsrat seine Anträge auf Vergebung der Arbeiten u. Lieferungen.

Gemäfs der von dem Verwaltungsrate gefafsten Beschlüsse, schliefst er mit den Unternehmern Verträge ab.

Innerhalb der von dem Verwaltungsrate bewilligten Kredite macht er Bestellungen und leitet die in eigener Regie der Gesellschaft auszuführenden Arbeiten ein.

§ 8. Der Baudirektor leitet und überwacht Bauten und Lieferungen sowohl in Absicht auf rasche zweckmäfsige und solide Ausführung, als auch Einhaltung der für dieselben bewilligten Kredite.

Für Überschreitungen der letzteren hat er die Genehmigung des Verwaltungsrates einzuholen, sobald das Eintreten derselben vorhergesehen wird. Nur in Fällen, wo Gefahr oder erheblicher Nachteil in dem Verzug der zu ergreifenden Mafsregeln haftet, genügt nachträgliche Anzeige und Einholung der Genehmigung.

Streitigkeiten mit Bauunternehmern und Lieferanten erledigt der Baudirektor von sich aus, so lange dieses im Vergleichswege und ohne Präjudiz für die vom Verwaltungsrate genehmigten Pläne, eröffneten Kredite und bestimmten Vollendungstermine geschehen kann. Ist dieses nicht möglich, so hat er für die zu ergreifenden Mafsregeln die Genehmigung des Verwaltungsrates einzuholen.

§ 9. Der Baudirektor nimmt die von den Unternehmern ausgeführten Arbeiten und Lieferungen ab, reguliert die Abrechnung über dieselben mit den Unternehmern und unterstellt sie der Genehmigung des Verwaltungsrates.

§ 10. Der Baudirektor bearbeitet und unterstellt der Beschlufsfassung des Verwaltungsrates:

a. zu Anfang jedes Jahres ein summarisches Jahresbudget über die Ausgaben für den Bau;
b. zu Anfang jedes Monats ein Monatsbudget, auf dessen Grund die Kasse der Baudirektion mit den nötigen Vorräten versehen wird. Er reguliert und visiert alle für Gegenstände seines Geschäftskreises erwachsenden Ausgaben, weist die Zahlung derselben an und führt über dieselben geordnete Rechnung. Er bearbeitet und legt dem Verwaltungsrat vor:
c. am Schlusse jedes Monats eine detaillierte mit der vollständigen Sammlung der Belege begleitete Übersicht aller Ausgaben des Monats;
d. am Schlusse jeden Jahres eine Übersicht der Ausgaben des Jahres.

§ 11. Am Schlusse jeden Jahres erstattet der Baudirektor einen dem Rechenschaftsberichte des Verwaltungsrates an die Generalversammlung einzuverleibenden ausführlichen Bericht über den Stand und die Kosten des Baues.

§ 12. Der Baudirektor ist dem Verwaltungsrate unmittelbar untergeordnet.

Er wohnt den Sitzungen des Verwaltungsrates mit beratender Stimme bei und referiert denselben über die in seinen Geschäftskreis fallenden Gegenstände selbst.

Er hat nur vom Verwaltungsrate Aufträge und Weisungen anzunehmen und ist nur ihm für seine Geschäftsführung verantwortlich.

§ 13. Der Verwaltungsrat fafst in allen, dem Geschäftskreise der Baudirektion angehörenden Angelegenheiten nur nach Anhörung des Baudirektors Beschlufs.

Der Vollzug der von dem Verwaltungsrate in Angelegenheiten der Baudirektion gefafsten Beschlüsse liegt ausschliefslich der Baudirektion ob.

Die dem Baudirektor untergebenen Beamten und Diener der Gesellschaft haben dienstliche Weisungen nur von ihm zu empfangen und dienstliche Meldungen oder sonstige Vorlagen nur an ihn zu richten.

§ 14. Rücksichtlich aller in den Geschäftskreis der Baudirektion fallenden Angelegenheiten vertritt der Baudirektor die Gesellschaft der Staatsverwaltung, den öffentlichen Behörden und Dritten gegenüber. Er verfafst und unterzeichnet alle bezüglichen Korrespondenzen und Akte.

Alle diejenigen Korrespondenzen und Akte, welche die Gesellschaft rechtlich verpflichten, tragen aufser der Unterschrift des Baudirektors noch diejenigen des Präsidenten und eines Mitgliedes oder zweier Mitglieder des Verwaltungsrates.



§ 15. Der Baudirektor ist verpflichtet, den Personen, welche der Verwaltungsrat zur Ausübung der Kontrole der Geschäftsführung der Baudirektion bestellt, rückhaltlosen Einblick in alle Akten und Bücher zu gewähren und alle sonst von ihnen verlangten Auskünfte zu erteilen.

Diese Personen haben ihre Bemerkungen zunächst dem Baudirektor und erst, nachdem dieser die erforderlichen Erläuterungen gegeben hat, dem Verwaltungsrate mitzuteilen.

Abweichend hiervon ist der technische Dienst der im Jahre 1872 vollendeten österreichischen Nordwestbahn von 82,5 Meilen Länge (626 km) organisiert. In dem Bericht[12]) darüber heifst es:

„Für den Bau wurde eine besondere Abteilung gebildet und unter die Leitung des Baudirektors gestellt. Die Centralleitung des Baudirektors, deren Sitz in Wien blieb, bestand aus 7 getrennten Geschäftsabteilungen, nämlich:

1. Sekretariat mit Expedition, Registratur und Archiv.
2. Rechnungs- und Kassenwesen.
3. Grundeinlösung und Rechtssachen.
4. Unterbau.
5. Hochbau.
6. Oberbau, mechanische Einrichtung und Telegraphen.
7. Fahrbetriebsmittel und Werkstättenausrüstung.

Jeder dieser Abteilungen stand ein Inspektor vor. Der Vorstand der Abteilung für Unterbau wurde zugleich zum Stellvertreter des Baudirektors bestellt.

Die Baulinien wurden in 12 Sektionen (bei 82,5 Meilen Gesamtlänge also durchschnittlich 6,9 Meilen = 52 km lang) geteilt, deren Leitung je einem Oberingenieur übertragen wurde. Auf jeder Sektion waren nach Bedürfnis 5 bis 8 Techniker und 1 Administrationsbeamter thätig. Aufserdem waren für die Grundeinlösung besondere Kräfte engagiert und für jede Sektion ein Rechtskonsulent bestimmt.

Die Oberingenieure hatten alle in ihre Sektionen entfallende Geschäfte aller Direktionsabteilungen zu besorgen und empfingen ihre Aufträge unmittelbar von der Baudirektion."

Bei der Gotthardbahn hat während der Oberleitung des Baues durch Hellwag, dem ehemaligen Baudirektor der österreichischen Nordwestbahn, nach dem im Jahre 1876 veröffentlichten Berichte folgende Organisation bestanden:

„Der Baudienst wird durch die Centralleitung in Zürich, die Inspektion der südlichen Linien in Bellinzona und durch 9 auf den Linien residierende Bausektionen besorgt.

Die Centralleitung umfafst folgende Bureaux:

a. Sekretariat des Oberingenieurs.
b. Centralbureaux für Besorgung der Dienstkorrespondenz, Ordnung und Aufbewahrung der Akten.
c. Technisches Referat für den Grunderwerb.
d. Technische Kontrole für die meritorische Revision der Voranschläge, Berechnungen, Bauanträge der Unternehmer.
e. Rechnungswesen.
f. Topographische Abteilung für die Aufnahme und Herstellung der Karten, Situations- und Katasterpläne und Vervielfältigung derselben, Beobachtung der Aussteckungen und Kontrole-Nivellements.
g. Geologisch-montanistische Abteilung.
h. Unterbaukonstruktions-Bureau.
i. Tunnelbau und Baumaschinen.
k. Oberbau und mechanische Einrichtungen der Bahn.
l. Hochbau.
m. Rollmaterial.

Die Sektionen sind in 4 bis 5 Baulose geteilt, deren Länge je mit Rücksicht auf die gröfsere oder geringere Bedeutung der darin vorkommenden Bauten zwischen 4 und 7 km variiert.

Es ist angenommen, dafs sämtliche Bauten an Unternehmer vergeben werden, dafs jedoch die Bauleitung das vollständig ausgearbeitete Projekt und sämtliche Werkpläne zu liefern haben wird. Die Unternehmer sollen sich lediglich mit der professionellen Ausführung der einzelnen Arbeiten zu befassen

[12]) Vergl. „Bericht über den Bau und den Bestand der k. k. priv. österreichischen Nordwestbahn." Wien 1873.

haben, während die eigentliche technische Leitung den Organen der Gesellschaft vorbehalten ist. — Die Lose sind daher nicht nur mit dem für die wirksame Beaufsichtigung nötigen Personale zu besetzen, sondern auch mit den für die angedeuteten Funktionen nötigen Kräften zu versehen. Demgemäfs steht jedem Lose ein Bauführer vor, welchem, dem Umfange und der Qualität der Bauten entsprechend, ein oder zwei Assistenten oder Aspiranten beigegeben sind.

Bezüglich der Besetzung der Baulose ist angenommen, dafs diese erst dann erfolge, wenn sie nach dem Bauzeitenprogramm nötig wird.

Über die bei der Gotthardbahn angenommenen Beamtenkategorien, die Gehalte und die Verteilung der Beamten auf den einzelnen Sektionen enthalten folgende beide Tabellen die näheren Daten:

Gehalts-Schema.

Kategorie.	Dienststellung.	Gehalt in Franken			Feldzulagen und Reisediäten in Franken		
		I. Klasse.	II. Klasse.	III. Klasse.	volle.	halbe.	Pauschal pro Jahr.
I	Inspektoren und Abteilungsvorstände der Centralbauleitung	15000	12000	10000	16	8	
II	Sektions-Ingenieure, Adjunkten der Inspektoren und Bureau-Chefs im Centralbureau	10000	9000	8000	14	7	
III	Adjunkten der Sektions-Ingenieure, Konstrukteure und Ingenieure der Central- u. Inspektionsbureaux	7000	6500	6000	12	6	
IV	Los-Bauführer, Ingenieure der Bureaux und Sektionsgeometer	6000 oder Tagegeld: 18	5500 16	5000 14	10	5	1200
V	Assistenten der Bauführer und Geometer auf den Baulosen und in den Bureaux	4500 oder Tagegeld: 12	4000 10	3500 8	8	4	960
VI	Aspiranten, Zeichner, Aufseher	3500 oder Tagegeld: 8	3000 7	2500 6	7	3,50	840
VII	Bauaufseher, Bauschreiber, Materialverwalter, Kanzleigehülfen	3000 oder Tagegeld: 7	2500 6	2000 5	6	3	480
VIII	Kopisten, Abwarte, Mefsgehülfen	2—4 Fr. Tagegeld			5	2,50	240

NB. I—IV event. Gratifikation nach Vollendung des Baues in Höhe eines Jahresgehaltes.

No. der Sektionen.	Sitz und Länge der Sektionen.	Gröfste Zahl der in den Jahren 1876—1881 angenommenen Beamten											
		Kategorie der Beamten:								für Hochbau			
		II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Aufseher.	IV	V	VI	Geom.
I	Luzern 42 km	1	1	6	6	7	1	1		3		3	5
II	Altorf 27 „	1	1	4	5	4	3	1		2		2	4
III	Wasen 28 „	1	1	5	7	9	1	1		2		2	2
IV	a. Göschenen b. Airolo } 15 „ (grofser Tunnel)		2	2	2	3	2	2	6				2
V	Faido 24 „	1	1	5	7	7	1	1		2		2	4
VI	Biasca 22 „	1	1	4	9	5	1	1	3	1			2
VII	Bellinzona 40 „												
VIII	„ 11 „	1	1	5	7	7	1	1		1	1		4
IX	Lugano 54 „	1	1	6	6	4	6	2					5

d. Nach der in Preufsen üblichen Organisation werden die gröfseren Eisenbahnbauten von einem technischen Dirigenten geleitet, welcher bei Privatbahnen der Direktion der Gesellschaft untergeordnet, bei Staatsbahnen Mitglied derjenigen königlichen Eisenbahndirektion zu sein pflegt, welcher der betreffende Bau zugeteilt ist. Neuerdings ist bei den vom Staate ausgeführten Neubauten die Leitung auch wohl Baukommissionen übertragen, welche aus einem Techniker als Vorsitzenden und einem juristisch vorgebildeten Mitgliede bestehen. Ihnen, bezw. dem Einzeldirigenten, liegt die Aufstellung der Specialprojekte und nach ministerieller Genehmigung derselben die Ausführung des Baues, in der Regel mit allen mittelbar oder unmittelbar dahin gehörigen Geschäften, ob. Die Ausrüstung der Bahn und die Beschaffung der Schienen bleibt indessen häufig von dem geschäftlichen Bereich der Baudirektoren ausgeschlossen. Die den letzteren zustehenden Befugnisse sind bei den verschiedenen Bahnverwaltungen sehr verschieden, bei Privatbahnen meist schon durch die Statuten beschränkt. Dem technischen Dirigenten unmittelbar untergeordnet sind die Abteilungsbaumeister und diesen wieder die Sektionsbaumeister. Die beiden letzteren technischen Instanzen werden nicht selten und namentlich da zu einer einzigen vereinigt, wo durch Einführung des Enterprisebausystems die den Beamten der Bauverwaltung obliegenden Geschäfte, gegenüber den beim Regiebau und Kleinaccorde vorkommenden, wesentlich eingeschränkt werden.

Wo neben den Abteilungen die Sektionen bestehen, haben die Vorsteher dieser letzteren (Baumeister, Bauführer, Ingenieure) die unmittelbare Leitung und Beaufsichtigung aller innerhalb ihrer Sektion vorkommenden Arbeiten, nach den mafsgebenden Plänen, Kostenanschlägen und Anweisungen des Abteilungsbaumeisters; sie überwachen die Leistungen des ihnen untergebenen Personals von Bauführern, Aufseher, Bauschreibern, besorgen die Aufstellung der Rechnungen, die Aufnahme und Abrechnungen der Arbeiten, die Aufmessungen und Absteckungen und die Führung des Inventars.

Die Länge der den Sektionsbaumeistern übertragenen Baustrecken hängt von der Bedeutung der Arbeiten ab und variiert gewöhnlich zwischen 7 und 15 km. In leichtem Terrain erhalten sie wohl noch gröfsere Ausdehnung, während bedeutende Bauobjekte oft als besondere Sektionen ausgeschieden werden. Zwei bis drei Streckenaufseher pflegen der Sektion zugeteilt zu werden. Die Bauabteilungen umfassen Längen von etwa 30 bis 60 km, je nach persönlicher Befähigung und nach der Schwierigkeit der vorkommenden Bauten.

Neben der oberen Bauleitung innerhalb seiner Abteilung hat der Abteilungsbaumeister vorzugsweise sein Augenmerk auf die zweckmäfsige Vergebung der Arbeiten, auf das finanzielle Interesse der Bauverwaltung zu richten. Er hat mit Hülfe der Sektionsbaumeister die besten Bezugsquellen zu erforschen, hat die Konkurrenzen einzuleiten, Submissionen auszuschreiben und unter Vorbehalt höherer Genehmigung alle Verträge und Lieferungen abzuschliefsen, sofern über einzelne dieser Gegenstände nicht an höherer Stelle kontrahiert wird. Er hat die von den Sektionen eingehenden Arbeiten, insbesondere auch die Rechnungen zu prüfen und die Zahlungen bis zu einer gewissen Höhe anzuweisen. An Hülfspersonal sind ihm meist ein Abteilungsgeometer, ein oder mehrere jüngere Techniker für Bureauarbeiten, ein Rechnungsführer, ein Expedient, und ein oder mehrere Bauschreiber beigegeben.

Als Beispiel von Dienstinstruktionen, wie sie bei Organisationen der hier beschriebenen Art vorkommen, lassen wir die Instruktionen für Abteilungsbaumeister, für Sektionsbaumeister und für Bauaufseher der Köln-Mindener Eisenbahngesellschaft folgen deren Instruktion über das Rechnungs- und Zahlungswesen im § 8 angeführt ist.

Köln-Mindener Eisenbahngesellschaft.

Dienstinstruktion für den Abteilungsbaumeister der Venlo-Hamburger Eisenbahn.

§ 1. Der Abteilungsbaumeister ist dem technischen Dirigenten, dessen Stellvertreter und der Direktion untergeordnet; dem Specialdirektor hat er auf Erfordern jede Auskunft zu erteilen.

Alle dienstlichen Anzeigen, Berichte, Anfragen und Anträge nebst Zeichnungen, Anschlägen und Berechnungen sind von ihm an den technischen Dirigenten zu richten, von welchem auch anderseits alle Anordnungen und Bescheide, welche die Bauausführungen betreffen (und in der Regel schriftlich) erlassen werden.

Eine unmittelbare Korrespondenz des Abteilungsbaumeisters mit der Direktion findet nur in eigenen persönlichen Angelegenheiten oder auf Veranlassung der Direktion statt.

§ 2. Der Abteilungsbaumeister führt die Aufsicht über die ihm zugewiesene Bahnabteilung und leitet nach Mafsgabe der festgestellten Pläne und Kostenanschläge und der ihm besonders zugehenden Anordnungen alle darin vorkommenden Bauten.

Um sich fortwährend von dem Stande der Bauausführung durch eigene Anschauung unterrichtet zu halten und überall die nötigen Anleitungen zu einer möglichst billigen und durchaus soliden Ausführung an Ort und Stelle erteilen zu können, wird es dem Abteilungsbaumeister zur besonderen Pflicht gemacht, die ganze Bauabteilung und namentlich die wichtigeren Baustellen so oft als nur immer möglich zu bereisen.

In gleicher Weise ist er verbunden, bei Grunderwerbungen die nötigen Nachweise zu erteilen, auf Erfordern den angesetzten Terminen beizuwohnen und dem, diese Geschäfte leitenden, Kommissarius alle darauf Bezug habende Hülfe zu leisten.

Der Abteilungsbaumeister darf während der Zeit, wo er in Diensten der Gesellschaft steht, durchaus keine Nebenarbeiten annehmen, sondern hat seine ganze Thätigkeit unausgesetzt dem Dienste der Gesellschaft zu widmen. Er hat streng darauf zu halten, dafs das ihm untergebene Dienstpersonal keine Erkenntlichkeitsbezeugungen — in Geld, Sachen oder Leistungen bestehend — von Personen annimmt, welche in irgend einem kontraktlichen Verhältnisse zur Gesellschaft stehen und dafs dasselbe sich weder direkt noch indirekt an der Übernahme von Arbeiten oder Lieferungen beteiligt.

§ 3. Der Abteilungsbaumeister hat alle ihm aufgetragenen Besichtigungen, Messungen, Zeichnungen etc. mit Fleifs und Sorgfalt auszuführen und ist, mag er dieselben nun selbst oder durch das ihm beigegebene Hülfspersonal ausführen lassen, für deren Richtigkeit verantwortlich.

Die Direktion behält sich das Recht vor, dem Abteilungsbaumeister im Laufe des Baues eine andere Abteilung zu überweisen, sowie auch innerhalb der ihm zugeteilten Abteilung einzelne Anlagen durch Andere projektieren oder ausführen zu lassen.

§ 4. Dem Abteilungsbaumeister wird das nötige Hülfspersonal an Sektionsbaumeistern, Bauführern, Feldmessern, Bauschreibern und Bauaufsehern seitens der Direktion überwiesen, dieselben stehen unter seinem Befehle und haben seinen Anordnungen unweigerlich Folge zu leisten, wogegen er aber auch für deren Amtsthätigkeit sowie überhaupt für die tüchtige und vorschriftsmäfsige Bauausführung verantwortlich bleibt, unerachtet dem Hülfspersonal durch die betreffenden Dienstinstruktionen persönliche Verpflichtungen auferlegt sind. Der Abteilungsbaumeister mufs sich mit diesen Instruktionen ganz speciell bekannt machen und die Befolgung derselben strenge überwachen.

§ 5. Der Abteilungsbaumeister mufs an dem von der Direktion benannten Orte seinen Wohnsitz nehmen und daselbst das technische Bureau für die Abteilung etablieren.

Die Erlaubnis zu einer Entfernung aus der ihm überwiesenen Abteilung in Privatsachen, erteilt für den Zeitraum von 7 Tagen der technische Dirigent, für eine längere Dauer ist der Urlaub durch Vermittelung des letzteren bei der Direktion zu beantragen.

Während der Abwesenheit führt ein vom technischen Dirigenten zu bezeichnender Techniker die Dienstgeschäfte beim Bau.

§ 6. Den Sektionsbaumeistern, Bauführern, Aufsehern und Gehülfen etc. werden die Arbeiten und Geschäfte von dem Abteilungsbaumeister aufgegeben und sind die Aufträge in allen Angelegenheiten von Belang schriftlich zu erlassen, die Erlasse werden in das zu führende Korrespondenz-Journal eingetragen.

§ 7. Von dem technischen Dirigenten werden alle Pläne, Berechnungen, Anschläge durch seine Unterschrift bestätigt und dem Abteilungsbaumeister zur Ausführung übergeben. Derselbe hat sich in allen zweifelhaften Fällen und bei unvorhergesehenen Ereignissen, welche eine Abweichung vom Bauplane erheischen, an ersteren zu wenden.

In Fällen, wo dem Abteilungsbaumeister die Zweckmäfsigkeit der Anordnungen nicht einleuchten sollte, hat derselbe nichts destoweniger dieselben in Ausführung zu bringen, seine Zweifel und Bedenken aber sofort dem technischen Dirigenten mitzuteilen und vollständig zu begründen.

§ 8. Der Abteilungsbaumeister hat darauf zu halten, dafs die im § 8 der Instruktion für die Sektionsbaumeister vorgeschriebenen Tagebücher über den täglichen Stand der Arbeiten, die erfolgten Materialien- und Gerätelieferungen und deren Verwendungen, sowie über alle Vorgänge, welche Einflufs auf die Ausführung des Baues haben können, gewissenhaft geführt werden.

Alle 4 Wochen ist ein Rapport aus diesen Tagebüchern zusammenzustellen und dem technischen Dirigenten einzureichen.

§ 9. Der Abteilungsbaumeister hat das gesamte Rechnungswesen der ihm übertragenen Abteilung nach der ihm mitgeteilten Instruktion über das Rechnungs- und Zahlungswesen einzurichten und auf die regelmäfsige und genaue Führung der darin vorgeschriebenen Bücher, sowie des im § 6 angeführten Korrespondenz-Journals und eines Verbrauchsregisters über die Bureaubedürfnisse streng zu halten und darauf zu achten, dafs darin nie ein Rückstand eintritt. Ebenso mufs für die ordnungsmäfsige Einrichtung und Führung der Registratur Sorge getragen werden.

§ 10. Eine besondere Aufmerksamkeit hat der Abteilungsbaumeister dem Inventarium zu widmen. Für diejenigen Gegenstände, welche nicht in den einzelnen Sektionen etc. inventarisiert werden, ist im Abteilungsbureau ein Inventarium zu führen. Der Abteilungsbaumeister mufs alle Quartale wenigstens einmal sämtliche Inventarien revidieren, wobei der inzwischen erfolgte Abgang nach sorgfältiger Untersuchung pflichtmäfsig zu bescheinigen ist.

Es ist strenge darauf zu halten, dafs auf allen Liquidationen über gelieferte Gerätschaften, Utensilien, Instrumente etc., die Inventarisierung nach Pagina, Littera und Nummer nachgewiesen wird.

§ 11. Alle Berichte, Anfragen, überhaupt alle offizielle Schreiben sind mit dem Dienstsiegel versehen unter der Rubrik: „Eisenbahn-Dienstsache“ abzusenden.

Die etwaigen Bestellgelder ankommender Packete und andere Portoauslagen sind in ein besonderes Notizbuch einzutragen und mit den übrigen etwa vorkommenden Auslagen besonders zu liquidieren und zu bescheinigen.

§ 12. Abänderungen oder Ergänzungen dieser Dienstinstruktion seitens der Direktion werden vorbehalten.

Köln, den 20. Februar 1868.

Die Direktion der Köln-Mindener Eisenbahngesellschaft.

Köln-Mindener Eisenbahngesellschaft.

Dienstinstruktion für die Sektions- (Stations-) Baumeister resp. Bauführer der Venlo-Hamburger Eisenbahn.

§ 1. Der unmittelbare Vorgesetzte des Sektions- (Stations-) Baumeisters resp. Bauführers ist der Abteilungsbaumeister, in dessen Bezirk der betreffende Baumeister etc. stationiert ist. Aufserdem ist derselbe untergeordnet

1. dem technischen Dirigenten und dessen Stellvertreter;
2. der Direktion.

Alle dienstlichen Anzeigen, Berichte, Anfragen und Anträge, nebst Zeichnungen, Anschlägen und Berechnungen sind von ihm an den Abteilungsbaumeister zu richten, von welchem er alle Anordnungen und Bescheide, welche die Bauausführungen betreffen, zu erwarten hat. Eine unmittelbare Korrespondenz des Sektions- (Stations-) Baumeisters resp. Bauführers mit der Direktion oder dem technischen Dirigenten findet nur in eigenen persönlichen Angelegenheiten oder auf besondere Veranlassung der Direktion oder des technischen Dirigenten statt.

§ 2. Der Sektions- (Stations-) Baumeister resp. Bauführer führt die specielle Aufsicht über die ihm zugewiesene Bahnstrecke (Bahnhofsanlage) und leitet nach Mafsgabe der festgestellten Pläne und Kostenanschläge und der ihm besonders zugehenden Anordnungen alle darin vorkommenden Bauten.

In gleicher Weise ist er verbunden, bei Grunderwerbungen, so weit dies von ihm abhängt, die nötigen Nachweise zu erteilen, auf Erfordern den angesetzten Terminen beizuwohnen, und dem diese Geschäfte leitenden Kommissär alle darauf Bezug habende Hülfe zu leisten. Insbesondere ist er für die Richtigkeit und Tauglichkeit der von ihm abgenommenen Materialien und Gerätschaften, sowie der ausgeführten Arbeiten und der darüber ausgestellten Rechnungsbelege persönlich verantwortlich. Der Sektions- (Stations-) Baumeister resp. Bauführer darf während der Zeit, wo er in Diensten der Gesellschaft steht, durchaus keine Nebenarbeiten übernehmen, sondern hat seine ganze Thätigkeit unausgesetzt dem Dienste der Gesellschaft zu widmen. Er hat streng darauf zu halten, dafs das ihm untergebene Dienstpersonal

keine Erkenntlichkeitsbezeugungen — in Geld, Sachen oder Leistungen bestehend — von Personen annimmt, welche in irgend einem kontraktlichen Verhältnis zur Gesellschaft stehen, und dafs dasselbe sich weder direkt noch indirekt an der Übernahme von Arbeiten oder Lieferungen beteiligt.

§ 3. Der Sektions- (Stations-) Baumeister oder Bauführer hat alle ihm aufgetragenen Besichtigungen, Messungen, Zeichnungen und Berechnungen etc. mit Fleifs und Sorgfalt auszuführen, und ist, mag er dieselben nun selbst oder durch das ihm beigegebene Hülfspersonal ausführen lassen, für deren Richtigkeit verantwortlich.

Die Direktion behält sich das Recht vor, dem Sektions- (Stations-) Baumeister resp. Bauführer im Laufe des Baues eine andere Bahnstrecke (Bauausführung) zu überweisen, sowie auch innerhalb der ihm zugeteilten Bahnstrecke (Bahnhofsanlage) einzelne Anlagen durch Andere projektieren oder ausführen zu lassen.

§ 4. Dem Sektions- (Stations-) Baumeister resp. Bauführer wird das nötige Hülfspersonal überwiesen.

Dasselbe steht unter seinem Befehl und hat seinen Anordnungen unweigerlich Folge zu leisten, wogegen er aber auch für dessen Thätigkeit verantwortlich bleibt.

§ 5. Der Sektions- (Stations-) Baumeister resp. Bauführer mufs an dem ihm von der Direktion benannten Orte seinen Wohnsitz nehmen und nach deren Anordnungen das etwa nötige Bureau etablieren.

Urlaub für den Zeitraum von 3 Tagen erteilt ihm der Abteilungsbaumeister unter Anordnung der nötigen Vertretung; für eine längere Dauer ist der Urlaub durch des letzteren Vermittlung bei dem technischen Dirigenten zu beantragen.

§ 6. Den dem Sektions- (Stations-) Baumeister zugeteilten Bauführern, Aufsehern und Gehülfen etc. werden die Arbeiten und Geschäfte von ersterem aufgegeben, und sind die Aufträge in allen Angelegenheiten von Belange schriftlich zu erlassen. Die Erlasse werden in das zu führende Korrespondenz-Journal eingetragen.

§ 7. Von dem Abteilungsbaumeister werden alle Pläne, Berechnungen, Anschläge durch seine Unterschrift bestätigt und dem Sektions- (Stations-) Baumeister zur Ausführung übergeben. Letzterer hat sich in allen zweifelhaften Fällen und bei unvorhergesehenen Ereignissen, welche eine Abweichung vom Bauplane erheischen, an ersteren zu wenden.

In Fällen, wo dem Sektions- (Stations-) Baumeister die Zweckmäfsigkeit der Anordnungen nicht einleuchten sollte, hat derselbe nichts destoweniger dieselben in Ausführung zu bringen, kann aber sein Bedenken dagegen dem technischen Dirigenten mitteilen.

§ 8. Über den täglichen Stand der Arbeiten, die ausgeführten Materialien- und Gerätelieferungen und deren Verwendungen, sowie über alle Vorgänge, welche Einflufs auf die Ausführung des Baues haben können, ist ein Tagebuch nach vorgeschriebenem Schema zu führen. Namentlich ist in demselben der Beginn, die Beendigung der einzelnen Bauobjekte, die Zahl der beschäftigten Arbeiter und Fuhren, das Verhalten der Witterung, bei den Brückenbauten die Wasserstände, die stattgefundenen definitiven Abnahmen etc. zu bezeichnen. Alle 14 Tage ist ein Auszug aus diesem Tagebuche dem Abteilungsbaumeister einzureichen.

§ 9. Der Sektions- (Stations-) Baumeister resp. Bauführer ist verpflichtet, alle auf die Bauausführungen sich beziehenden Korrespondenzen so viel als möglich nach dem Inhalte getrennt heften zu lassen, und auf jedem einzelnen Stücke den Eingang sowie den Abgang zu vermerken.

Bei der Rechnungsführung hat der Sektions- (Stations-) Baumeister resp. Bauführer die Bestimmungen in der ihm mitgeteilten „Instruktion über das Rechnungs- und Zahlungswesen“ genau zu beachten.

Die regelmäfsige und genaue Führung der darin vorgeschriebenen Bücher, sowie eines Verbrauchsregisters über die Bureaubedürfnisse und des oben § 6 angeführten Korrespondenz-Journals und Tagebuches wird dem Sektions- (Stations-) Baumeister resp. Bauführer insbesondere zur Pflicht gemacht, und hat derselbe darauf zu halten, dafs darin nie ein Rückstand eintritt.

Die Direktion wird die ordnungsmäfsige Führung dieser Bücher von Zeit zu Zeit durch einen hierzu besonders kommittierten Beamten kontrolieren lassen.

§ 10. Die Auszahlungen erfolgen an besonders zu bestimmenden Tagen auf den Baustellen, und wird es dem Sektions- (Stations-) Baumeister resp. Bauführer zur besonderen Pflicht gemacht, diesen Auszahlungen mit den betreffenden Aufsehern beizuwohnen, damit von ihnen etwa vorkommende Differenzen gleich beseitigt und die wirklich geschehene Auszahlung unter Beifügung des Datums attestiert werden kann. Jede vorkommende Nichtbeachtung der der Specialkasse erteilten Zahlungsinstruktionen ist dem Abteilungsbaumeister ungesäumt zur Anzeige zu bringen.

Für den Kalkul der ausgezahlten Rechnungen bleibt der Aufsteller resp. der Sektions- (Stations-) Baumeister oder Bauführer verantwortlich.



In solchen Fällen, wo der Sektions- (Stations-) Baumeister den Mehrbetrag einer Zahlung für gerechtfertigt hält, bleibt, wenn der deshalb motivierte Antrag von dem Abteilungsbaumeister nicht berücksichtigt werden sollte, ihm der Rekurs an den technischen Dirigenten resp. die Direktion offen, die Entscheidung der letzteren ist jedoch final.

Ändern sich bei der Superrevision der Rechnungen Summen, so wird dem Sektions- (Stations-) Baumeister resp. Bauführer davon Kenntnis gegeben werden.

§ 11. Alle Berichte, Anfragen, überhaupt offizielle Schreiben an den Abteilungsbaumeister sind, mit dem Dienstsiegel versehen, unter der Rubrik „Eisenbahn-Dienstsache" abzusenden.

Die etwaigen Bestellgelder ankommender Packete und andere Portoausgaben sind in ein besonderes Notizbuch einzutragen und mit den übrigen etwa vorkommenden Auslagen besonders zu liquidieren und zu bescheinigen.

§ 12. Änderungen oder Ergänzungen dieser Dienstinstruktion seitens der Direktion werden vorbehalten.

Köln, den 20. Februar 1868.

Die Direktion der Köln-Mindener Eisenbahngesellschaft.

Köln-Mindener Eisenbahngesellschaft.

Dienstinstruktion für die Bau-, resp. Materialienaufseher der Venlo-Hamburger Eisenbahn.

§ 1. Vorgesetzte der Bauaufseher sind:

die Direktion,
der technische Dirigent und dessen Stellvertreter,
der Abteilungsbaumeister,
der Sektions- resp. Stationsbaumeister und der Bauführer.

Die dienstlichen Anzeigen, Berichte und Anfragen der Bauaufseher sind an den Sektions- resp. Stationsbaumeister oder Bauführer zu richten, von welchen ihnen in der Regel alle Anordnungen und Bescheide zugehen.

Mit der Direktion, dem technischen Dirigenten oder dem Abteilungsbaumeister in unmittelbare dienstliche Korrespondenz zu treten, ist ihnen, Beschwerdefälle ausgenommen, nur dann gestattet, wenn es von jenen Vorgesetzten besonders verlangt wird.

§ 2. Die Bauaufseher führen die Unteraufsicht auf der ihnen zugewiesenen Bahnstrecke, über einzelne ihnen überwiesene Bauwerke, über einzelne Arbeitskolonnen, oder endlich über einzelne Lieferungen, Leistungen und Besorgungen nach der ihnen für jeden Fall erteilten Specialinstruktion. Sie sind verbunden, jedes Dienstgeschäft auszuführen, welches ihnen übertragen wird, namentlich aber die gröfste Sorgfalt auf die Richtigkeit und Güte aller angelieferten Materialien und Gerätschaften, sowie der ausgeführten Arbeiten zu verwenden, und zwar in dem Mafse, dafs Vernachlässigungen und Ordnungswidrigkeiten in dieser Beziehung ihre sofortige Entlassung zur Folge haben.

§ 3. Neben Willfährigkeit, Offenheit und bescheidenem, anständigem Betragen gegen ihre Vorgesetzten ist ihnen ernstliche Sorge für das Interesse des Dienstes, Fleifs, Unverdrossenheit und strengste Rechtschaffenheit zur Pflicht gemacht. Namentlich dürfen sie keine Erkenntlichkeitsbezeugungen irgend welcher Art von Personen annehmen, welche zum Bau in irgend einem Verhältnisse stehen; auch dürfen sie weder direkt noch indirekt an irgend einer Lieferung oder Arbeit Teil nehmen, und haben darüber zu wachen, dafs diese Vorschrift auch bei ihren Genossen aufrecht erhalten werde.

Eine Übertretung dieser Vorschrift wird durch sofortige Entlassung aus dem Dienste bestraft.

Jeder Vorfall von Ordnungswidrigkeiten oder Dienstvergehen ist sofort zur Kenntnis der nächsten Vorgesetzten zu bringen.

§ 4. Die Bauaufseher haben alle ihnen aufzutragenden Besichtigungen, Aufmessungen und Berechnungen mit Genauigkeit, Fleifs und Sorgfalt und innerhalb der ihnen gestellten Fristen auszuführen, und bleiben für deren Richtigkeit verantwortlich.

Über die täglichen Materialienlieferungen hat jeder Aufseher ein besonderes Tagebuch zu führen, welches reinlich und sauber zu halten, regelmäfsig zu führen, und dem Bauschreiber und Sektionsbaumeister zu übergeben ist, so oft es verlangt wird. Aus demselben mufs hervorgehen, wo die Materialien sich befinden, von welcher Beschaffenheit sie sind, welcher Lieferant sie angeliefert hat und zu welchen speciellen Zwecken sie verwendet worden sind.

Um ihrer Verantwortlichkeit genügen zu können, haben sich die Bauaufseher während der ganzen täglichen Arbeitszeit auf ihren Baustellen aufzuhalten, und dürfen nur mit Erlaubnis ihrer nächsten Vorgesetzten sich von denselben entfernen, um ihre schriftlichen Arbeiten zu besorgen.

Nach Anweisung der ihnen vorgesetzten Beamten sind die Bauaufseher verpflichtet, bei vorkommenden Gelegenheiten auch den Nachtdienst zu versehen.

Die Bauaufseher sind für die Thätigkeit der ihnen untergeordneten Arbeiter verantwortlich, diese stehen unter ihren speciellen Befehlen, und haben allen ihren Anordnungen unweigerlich Folge zu leisten.

§ 5. Die Bauaufseher nehmen ihren Wohnsitz den ihnen überwiesenen Baustellen so nahe als möglich und haben hierüber die Genehmigung des leitenden Baubeamten einzuholen.

Urlaub vom Dienste kann ihnen der Sektionsbaumeister oder Bauführer auf 1 Tag erteilen. Längerer Urlaub ist schriftlich unter Angabe der Veranlassung durch den Sektionsbaumeister beim Abteilungsbaumeister nachzusuchen.

§ 6. Die täglichen Verrichtungen werden den Aufsehern von ihren Vorgesetzten vorgeschrieben; sie haben solche in ein besonderes Dienstbuch, welches sie stets bei sich führen müssen, einzutragen, solches auf Verlangen vorzuzeigen und von Zeit zu Zeit, mindestens aber allmonatlich von dem nächsten Vorgesetzten visieren zu lassen.

§ 7. Wenn die Aufseher Instruktion und Rat bedürfen, so haben sie sich an den nächsten Vorgesetzten zu wenden und demselben die ihnen ausnahmsweise von den höheren Vorgesetzten etwa erteilten Befehle zu rapportieren. Jeder ihnen gegebene Auftrag ist ohne Verzug auszuführen.

Jedem Vorgesetzten ist ein kurzer mündlicher Rapport über jeden Gegenstand von einiger Wichtigkeit mitzuteilen, sobald derselbe die Baustelle besucht. Beim Zusammentreffen mit mehreren Vorgesetzten ist der Rapport dem höherstehenden abzustatten.

Die Vorgesetzten sind so lange durch die ganze, dem Aufseher übergebene Bahnstrecke zu begleiten, bis dieser davon dispensiert wird; ist seine Gegenwart an einem anderen Orte notwendig, so hat er solches anzuzeigen und um Dispensation zu bitten.

§ 8. Über den täglichen Stand der Arbeiten und über alle Vorgänge, welche Einfluſs auf die Ausführung des Baues haben, ist von den Bauaufsehern ein vollständiges Tagebuch zu führen. Namentlich ist in demselben der Beginn und die Vollendung der einzelnen Bauobjekte, die Zahl der dabei beschäftigten Arbeiter und Fuhrwerke, das Verhalten der Witterung, Wasserstände u. s. w. zu verzeichnen. Die Führung der Register u. s. w. wird den Aufsehern besonders vorgeschrieben werden.

§ 9. Die Bauaufseher sind gehalten, den Auslöhnungen beizuwohnen; sie sind verpflichtet, zur Aufrechterhaltung der Zucht und Ordnung unter den Arbeitern mitzuwirken, und durch ruhiges, bescheidenes Betragen und Anstand den Arbeitern mit einem guten Beispiele voranzugehen. Jede Gemeinschaft mit den Arbeitern ist ihnen auf das Strengste untersagt; am allerwenigsten dürfen sie mit denselben trinken oder spielen, oder Geld von ihnen leihen. Zur Aufrechterhaltung der Ordnung haben sie namentlich darauf zu sehen, daſs kein Arbeiter aufgenommen oder angestellt werde, welcher nicht mit einer Arbeitskarte versehen ist;

daſs die Arbeitskarten von den Inhabern sorgfältig aufbewahrt werden;

daſs in jedem Schachte oder in jeder Arbeitskolonne ein ruhiges und nüchternes Betragen aufrecht erhalten und jeder Unruhestifter entfernt werde;

daſs jede Arbeitskolonne fleiſsig und nach Vorschrift arbeite und zweckmäſsig angestellt werde, daſs jeder Arbeiter stets den mündlichen Anordnungen über den Betrieb der Arbeiten durch den dazu bestellten Beamten und Schachtmeister auf das Pünktlichste Folge leiste, und Unfolgsame aus der Arbeit entlassen werden;

daſs Arbeiter, welche dem Trunke ergeben sind, entfernt;

daſs jeder Versuch eines Betrugs oder Diebstahls und der eines Diebstahls überführte Arbeiter der Polizei zur Bestrafung überwiesen werde;

daſs alles Zanken, Schreien, Schimpfen auf der Baulinie und namentlich bei den Auszahlungen unterbleibe und keine Zänkereien zwischen den verschiedenen Arbeiterkolonnen statt haben;

daſs bei den auf Rechnung auszuführenden Erdarbeiten die Schachtmeister ihre Schuldigkeit thun, und so viel als möglich thätig mitarbeiten, und die Arbeiter, welche sich beim Beginn eines Accords einem Schachtmeister angeschlossen haben, denselben nicht früher verlassen und in einen anderen Schacht eintreten, als die übernommene Arbeit vollständig beendet ist, daſs keine der Eisenbahnverwaltung gehörenden Karren geändert, keine Laufdielen und Utensilien abhanden kommen, oder ruiniert werden;

daſs Felder und Forsten in der Nähe der Baustelle verschont, nicht bestohlen und betreten, in der Nähe der letzteren und von Gebäuden keine Feuer angemacht, wo sich dies aber nicht vermeiden läſst, die Kochherde in Gruben angelegt, und bei Sturmwind abends die Feuer ausgegossen werden;

daſs in den Arbeiterhäusern und Schlafhütten stets die gröſste Ordnung und Reinlichkeit erhalten werde;

daſs an passenden Orten Latrinen angelegt und von Zeit zu Zeit zugeschüttet werden.

§ 10. Der Aufseher hat alle Materialien zur Anfertigung der Zahlungsberechnungen zu sammeln und in reinlich angefertigten Listen dem Bauschreiber zu übergeben.

Wenn Arbeiter in Tagelohn unter seiner Aufsicht beschäftigt sind, so hat er, der Erste und Letzte zur Stelle, solche morgens und abends zu verlesen, und am Tage fortwährend zu kontrolieren.

§ 11. Eine besondere Aufmerksamkeit hat der Bauaufseher den ihm übergebenen Utensilien zu widmen und darüber ein besonderes Register zu führen, aus welchem stets zu ersehen ist, wo und in wessen Händen sie sich befinden. Abgänge hat er sofort einzutragen und bei den Revisionen seitens der Baumeister resp. Bauschreiber dafür zu sorgen, daſs die Utensilien vorgezählt und nachgesehen werden können.

§ 12. Etwaige Berichte und Anzeigen welche der Bauaufseher einzureichen hat, müssen auf gebrochenem Bogen deutlich und leserlich geschrieben, mit der richtigen Adresse und mit der Bezeichnung: „Eisenbahn-Dienstsache", sowie mit seinem Namen als Absender auf dem Couvert versehen sein.

Dienstschreiben, welche ihm zur Besorgung übergeben werden, hat der Aufseher auf der Stelle weiter zu befördern.

§ 13. Auf der Baustelle führen die Aufseher stets einen richtigen Fuſsstock bei sich.

§ 14. Die Zahlungsanweisung der Besoldung der Bauaufseher geschieht durch den Abteilungsbaumeister auf der nächsten Specialbaukasse, auf Grund der von dem Sektionsbaumeister resp. Bauführer aufgestellten Rechnung.

§ 15. Die Aufseher dürfen während ihres Engagements keine Nebengeschäfte treiben und müssen sich dem Dienste ausschlieſslich widmen.

§ 16. Dienstvernachlässigungen werden mit Ordnungsstrafen bis zur Höhe von 9 M. bestraft. Gröbere Dienstvergehen haben Entlassung aus dem Dienste zur Folge. Suspension vom Dienste ist der Abteilungsbaumeister, in dringenden Fällen auch der Sektions- oder Stationsbaumeister gegen den Bauaufseher zu verfügen befugt.

Köln, den 20. Februar 1868.

Die Direktion der Köln-Mindener Eisenbahngesellschaft.

---

§ 8. Rechnungs- und Zahlungswesen. Buchführung.

Für die Art und den Umfang der Rechnungsführung ist neben den bei den betreffenden Verwaltungen eingeführten Normen die Art der Verdingung der Arbeiten maſsgebend.

Wo das System der Groſsunternehmung besteht, bei welchen vor Beginn der Ausführung eine genaue Feststellung des Bauobjektes und des Preises erfolgt, werden für die Bauverwaltung die das Rechnungs- und Zahlungswesen betreffenden Arbeiten wesentlich einfacher, als wenn während der Ausführung eine specielle Berechnung der Einzelleistungen zu geschehen hat, wie beim Kleinaccord und Regiebau. Im ersten Falle werden in den durch den Vertrag bestimmten Perioden den einzelnen gröſseren Unternehmern auf Grund vorläufiger Abnahmen Abschlagszahlungen geleistet, während man es im zweiten Falle fast ausnahmslos mit einer Reihe von Lieferanten, kleineren Unternehmern, Handwerkern, Schachtmeistern u. s. w. zu thun hat, für welche während der einzelnen Zahlungsperioden eine groſse Anzahl von definitiven Rechnungen aufzustellen und auf den einzelnen Bureaux zu buchen ist. Liegt letztere Arbeit im Falle gröſserer Entreprisen den Unternehmern ob, so werden die Arbeiten für die Organe der Bauverwaltung auf ein sehr geringes Maſs eingeschränkt.



Beispielsweise machte ein Vertragsverhältnis wie es im § 3, als in England üblich, beschrieben ist, wo der ganze Bahnunterbau streckenweise an gröfsere Unternehmer verdungen war, nur folgende rechnerische Arbeiten an den mit der Bauleitung betrauten Stellen nötig. Nach den durch den Vertrag bestimmten Zeitabschnitten (alle 14 Tage) wurden die ausgeführten Arbeiten durch die dem bauleitenden Ingenieur unterstellten Beamten an den einzelnen Baustellen überschläglich vermessen und die Resultate auf die ersten Seiten eines zu diesem Zwecke aufgestellten Formulars nach folgendem Schema eingetragen:

. . . . Eisenbahn.
Kontrakt . . . . .
Memorandum der ausgeführten Arbeiten — No.
bis . . . . . 18 . .

	Betrag nach letzter Aufstellung.	Betrag während der letzten 14 Tage.	Totalbetrag
Erdarbeiten.			
Vom Einschnitt No. nach Damm No. cub. yds.			
" " " " " " " "			
" " " " " " " "			
" " " " " " " "			
Zusammen			
Maurerarbeiten.			
Fertige Brücken und Durchlässe . . . . . cub. yds.			
Brücke bei Stat.: . . . . " "			
Durchlafs bei Stat.: . . . . " "			
" " " . . . . " "			
Zusammen			
(u. s. f. nach den verschiedenen Gattungen von Arbeiten.)			

Die letzte Seite desselben Formulars enthielt einen Auszug aus der vorstehenden Zusammenstellung und eine Berechnung der Kosten der ausgeführten Arbeiten nach dem nachstehenden Schema.

— Auszug. —

Massengesamtbeträge bis heute	(Datum der Aufstellung.)	Massenbeträge während der letzten 14 Tage.	Einheitspreise.	Geldbeträge £	s	d
	Erdarbeiten . . . . . . cub. yds.					
	Felsarbeiten . . . . . . " "					
	Böschungsarbeiten . . . " "					
	Chaussierung . . . . . . " "					
	Bettungskies . . . . . . " "					
	Maurerarbeiten . . . . " "					
	(u. s. f. nach den verschiedenen Gattungen von Arbeiten.)					
	Zusammen					
	Ab 10% für Kaution pp. mit . . .					
	Bleiben					

Von diesen Dokumenten, deren Umfang selten den eines Aktenbogens übertraf, wurden auf den Baustrecken und dem Centralbureau für den betreffenden Bahnbau Kopien behalten, welche als Ausweise für den Stand der Rechnung mit dem Unternehmer dienten. Eine weitere Buchung fand an dieser Stelle nicht statt.

Die Anweisung zur Zahlung erfolgte von der Hauptstelle (in London).

Die 14tägigen Zahlungen an die Unterbeamten der Bureaux, sowie an die Lieferanten von Bureaubedürfnissen u. dergl. geschahen nach Anleitung der im kaufmännischen Verkehr bekannten Quittungsbücher.

Wesentlich komplizierter mufs, wie schon oben erwähnt, das Rechnungs- und Zahlungswesen bei der Ausführung der Arbeiten und Buchungen in kleinen Accorden und in Regie sich gestalten. Als Beispiel einer für solche Fälle bewährten Organisation führen wir die vom Bau der Venlo-Hamburger Bahn hier an.

Wir haben vorauszuschicken, dafs die ganze etwa 52 Meilen = 392 km lange Bahn in Sektionen von meist 1 Meile = 7,5 km Länge eingeteilt war. Die Sektionen wurden wieder zu Abteilungen gruppiert, denen je ein Abteilungsbaumeister vorstand. Je nach der Bedeutung der Arbeiten wurden den Sektionsbaumeistern Strecken von 1 bis 2 Meilen (7,5 bis 15 km) und den Abteilungsbaumeistern solche von 5 bis 8 Meilen (38 bis 60 km) Länge überwiesen. Für die Verdingung der Arbeiten galten die im § 3 erwähnten Bestimmungen.

Die Instruktion über das Rechnungs- und Zahlungswesen lautet nun folgendermafsen:

Instruktion über das Rechnungs- und Zahlungswesen beim Bau der Venlo-Hamburger Eisenbahn.

I. Organisation des Rechnungs- und Zahlungswesens im allgemeinen.

1.

Das ganze Rechnungswesen einer Bauabteilung steht unter Leitung und Verantwortlichkeit des Abteilungsbaumeisters und unter Oberleitung und Aufsicht des technischen Dirigenten, sowie der Direktion der Köln-Mindener Eisenbahngesellschaft in Köln.

Die Zahlungen geschehen entweder unmittelbar aus der Hauptkasse in Köln auf Anweisung der Direktion der Köln-Mindener Eisenbahngesellschaft in Köln, oder durch die an der Bahnlinie einzurichtenden Specialbaukassen.

Über das Verhältnis der Specialbaukassen zu dem Abteilungsbaumeister, sowie über das wegen des Zahlungsgeschäftes von ersteren zu beobachtende Verfahren, wird die denselben zu erteilende und dem Abteilungsbaumeister zuzufertigende Instruktion Auskunft geben. Als Regel wird festgestellt, dafs alle Zahlungen an Taglöhner und Handwerker und die Abschlagszahlungen an die Lieferanten und Unternehmer, sofern solche die Summe von 3000 M. nicht übersteigen, auf Anweisung des Abteilungsbaumeisters durch die Specialbaukasse geleistet werden.

Abschlagszahlungen auf kontraktliche Lieferungen oder Arbeiten, sofern der Betrag derselben 3000 M. übersteigt, sowie alle Schlufszahlungen hat der Abteilungsbaumeister nicht anzuweisen, sondern die dazu erforderliche Zahlungsberechnung mit den dazu gehörigen Anlagen, Berechnungen, Abnahmeprotokollen und etwaigen Zeichnungen begleitet, dem technischen Dirigenten zur Prüfung und Vorlage an die Direktion, welche in solchen Fällen die Zahlungsanweisung erteilt, einzusenden.

Die Rechnungen über Tagelöhne, kleine Accorde oder Abschlagszahlungen auf dieselben, werden alle 14 Ttage, sonstige Zahlungsberechnungen und Liquidationen, sowie die Abschlagszahlungen an Unternehmer, alle 4 Wochen aufgestellt.

Die Zahlung der Besoldung und der festen Reisekosten des Abteilungsbaumeisters geschieht ohne weitere Anweisung durch diejenige Specialkasse, welche dazu ein für allemal von der Direktion autorisiert ist, wogegen die Besoldungen und festen Reisekosten der Sektionsbaumeister und des übrigen Hülfspersonals nach Mafsgabe der von der Direktion festgestellten Sätze auf Anweisung des Abteilungsbaumeisters durch die betreffenden Specialkassen gezahlt werden.

Der Abteilungsbaumeister revidiert, berichtigt und unterschreibt alle eingehenden Rechnungsbelege an der auf den betreffenden Formularen dafür angegebenen Stelle und veranlafst deren Zahlung nach Inhalt des Vorstehenden entweder mittels Einsendung an den technischen Dirigenten oder durch unmittelbare Anweisung auf die Specialbaukassen.

Bei den 14tägigen Zahlungen der Specialrendanten sind die Bauführer und Aufseher der betreffenden Baudistrikte gegenwärtig. Auch der Sektionsbaumeister begibt sich abwechselnd nach einer der Zahlstellen, um den Zahlungen beizuwohnen.

II. Specielle Bestimmungen.

Aufstellung der Rechnungsbelege.

2.

Zur Liquidation der zur Zahlung zu bringenden Beträge werden je nach ihrer Art die anliegenden 5 Formulare (Anlagen *A*, *B*, *C*, *D* und *E*) zu Liquidationen, Zahlungsberechnungen, Abschlagszahlungsberechnungen, Accordlohnberechnungen und Lohnberechnungen verwandt, wobei die Einrichtung der Formulare selbst ergibt, welches davon in jedem Falle zu benutzen ist.[13]; Die Rechnungsbelege werden von den Sektionsbaumeistern mit Hülfe des ihnen untergeordneten Personals an Bauführern, Aufsehern und Bauschreibern in dreifacher Ausfertigung aufgestellt und deren Richtigkeit in jeder Hinsicht von den Sektionsbaumeistern an der betreffenden Stelle durch ihre Namensunterschrift bescheinigt. — Diese Rechnungsbelege werden alle 14 Tage resp. alle 4 Wochen und zwar so frühzeitig an den Abteilungsbaumeister eingesandt, dafs derselbe sie noch vor dem Schlusse der Lohnperiode revidieren und den betreffenden Specialbaukassen überweisen kann.

Die Zahlung an Tagelöhner und kleine Accordanten, welche regelmäfsig von 14 zu 14 Tagen erfolgen sollen, werden an einem von dem technischen Dirigenten für jede Abteilung oder Sektion ein für allemal zu bestimmenden Wochentage — nachmittags — geleistet. In der Regel soll die Zahlung am Sonnabend nicht stattfinden. Die Belege werden wie oben bemerkt, von der Sektion in 3facher Ausfertigung aufgestellt. Das Unikat des Beleges bleibt in den Händen des Sektionsbaumeisters; das Duplikat und Triplikat werden dem Abteilungsbaumeister eingesandt, welcher nach geschehener Revision das Triplikat nach den obigen Bestimmungen entweder dem technischen Dirigenten vorlegt oder der Specialbaukasse zur Zahlung überweist, das Duplikat aber zu seinen Akten behält.

3.

Jeder Rechnungsbeleg mufs enthalten:

1. Neben der gedruckten Bezeichnung der Bahn, die Bezeichnung der Abteilung und Sektion;
2. die Bezeichnung des Bautitels, der Unterabteilung desselben, sowie die Position des Haupt- und resp. des Specialkostenanschlages;
3. die allgemeine Bezeichnung des Inhaltes des Beleges auf der ersten Seite;
4. die Angabe des Empfängers mit Bezeichnung seines Charakters, eventuell seines Vornamens und dessen Wohnort;
5. eine kurze aber genaue Beschreibung des Gegenstandes der Zahlung, sowie die Angabe des Geldbetrages in der Einheit wie im ganzen. In dieser Beziehung ist festzuhalten, dafs man aus der Rechnung mufs beurteilen können, ob der Einheitspreis ein angemessener zu nennen ist;
6. in den Belegen über gelieferte Gerätschaften, Utensilien, Instrumente u. s. w. den Vermerk über die geschehene Inventarisation im Inventarverzeichnisse;
7. die Unterschrift des Sektionsbaumeisters mit dem Orte und Datum der Aufstellung;
8. die Unterschrift des Abteilungsbaumeisters mit dem Datum der Revision.

Über die Ausfüllung der Anweisungsklausel ist in No. 10 das Weitere vorgeschrieben.

4.

Aufser diesen für jeden Rechnungsbeleg in Anwendung zu bringenden Bestimmungen sind noch die folgenden Vorschriften zu beachten.

1. Dem Duplikate der Belege sind, soweit dies möglich, die Originalrechnungen der Handwerker und Lieferanten anzulegen, es ist jedoch in den Belegen auf diese Anlagen nicht blos Bezug zu nehmen sondern erstere müssen trotzdem vollständig erschöpfend aufgestellt werden. Die Originalrechnungen werden den Sektionsbaumeistern nach geschehener Revision durch die Abteilungsbaumeister, eventuell durch den technischen Dirigenten, zurückgesandt und sind dieselben den Unikatbelegen wieder beizufügen.

2. Geldbeträge, welche für die Empfänger nach verschiedenen Orten versandt werden müssen, sind nicht in ein und demselben Belege zu liquidieren.

3. Ist eine Kasse, eine Administration u. s. w. die Empfängerin, so ist regelmäfsig der Name des Kassirers, Administrators u. s. w., welcher das Geld in Empfang zu nehmen hat, mit auf der Liquidation anzugeben.

4. Die Gegenstände, welche zusammengehören, müssen möglichst gleichzeitig und auf demselben Belege liquidiert werden. Ist z. B. ein Gerät angeschafft, an welchem verschiedene Handwerker gearbeitet haben, so müssen die Geldbeträge für diese in der Regel gleichzeitig auf derselben Zahlungsberechnung liquidiert werden.

---

[13]) Die Art der Formulare ergibt sich aus den auf Seite 467 und 468 enthaltenen.

5. Sind gröfsere Arbeiten oder Lieferungen noch nicht vollständig beendigt und müssen den Unternehmern oder Handwerkern Abschlagszahlungen in Rechnung gebracht werden, so mufs in der Rechnung angegeben sein, dafs und in welchem Mafse die Bedingungen des Kontrakts erfüllt sind. Werden mehrere Abschlagszahlungen auf denselben Gegenstand geleistet, so sind diese in der Rechnung als 1., 2. u. s. w. Abschlagszahlung zu bezeichnen. Auf der eigentlichen Rechnung sind sodann diese früheren Abschlagszahlungen einzeln, nach der Belegsnummer bezeichnet, anzugeben, in Absatz zu bringen und zu bemerken, dafs die Bedingungen des Kontraktes rechtzeitig erfüllt sind, und dieser damit erledigt ist.

Bei gröfseren Bauwerken sind die Abschlagszahlungen thunlichst nach bestimmten Abschnitten der Ausführung in einer, diesen Abschnitt umfassenden definitiven Abrechnung schon während des Baues abzusetzen und zur Erledigung zu bringen, um dadurch die schliefsliche Abrechnung möglichst zu vereinfachen und zu erleichtern.

6. Bei denjenigen Titeln, welche keine Unterabteilungen als Specialanschläge haben, oder wo die Specialanschläge nicht genau die Punkte in der Sektion angeben, auf welche die Positionen sich beziehen, ist in der Rechnung nach den Stationen anzugeben, wo die Arbeit geschehen oder die Lieferung gemacht ist, z. B. auf welcher Strecke (Station) die Einfriedigung gesetzt, Erde transportiert ist.

7. Sind durch besondere Umstände einzelne Arbeiten oder Lieferungen teurer zu bezahlen gewesen, wie solches sonst in der Natur der Verhältnisse gelegen hätte, z. B. durch erforderliche Nachtarbeit oder Arbeit bei Frostwetter u. s. w., so sind diese besonderen Umstände in der Rechnung jedesmal kurz mit anzugeben.

5.

Die Zergliederung der Rechnungsbelege geschieht nach Mafsgabe des anliegenden Verzeichnisses der „Bautitel" (Anlage *G*, s. S. 470 u. 471) und deren Unterabteilungen in der Weise, dafs in demselben Belege in der Regel nur Ausgaben einer „Unterabteilung" oder bei Brücken, Durchlässen, Bahnhofsanlagen u. s. w. nur Ausgaben einer „Hauptposition" des Kostenanschlags derselben (Erdarbeit, Maurerarbeit u. s. w.) zur Liquidation gebracht werden dürfen. Soweit es jedoch ohne Beeinträchtigung der Ordnung und Übersichtlichkeit geschehen kann und der Raum des Beleges es gestattet, können auch in einem Belege Kosten, welche nach verschiedenen Unterabteilungen su buchen sind, zur Liquidation gebracht werden.

6.

Buchung der Rechnungsbelege.

Die Buchung der Rechnungsbelege korrespondiert mit der vorbezeichneten Zergliederung derselben und werden die Belege

a. in das Zahlungsjournal,
b. in das Manual eingetragen.

In das Journal (Anlage *H*, s. S. 469) werden die Belege in der Reihenfolge, wie sie zur Aufstellung kommen, hintereinander unter Auswerfung des Betrages in der betreffenden Kolumne des Bautitels eingetragen und die laufende Nummer des Journals auf dem Belege vermerkt.

In dem Manuale (Anlage *J*, s. S. 469), welches in so viele Unterabteilungen zerlegt ist, wie zunächst die verschiedenen Titel und alsdann die Unterabteilungen resp. Positionen derselben solches erforderlich machen, werden die Belege an der betreffenden Stelle kurz aber unter deutlicher Angabe des Gegenstandes, eingetragen und die Fol.-No. des Manuals auf dem Belege angegeben.

Die Nummern in dem Zahlungsjournale beginnen mit No. 1 und laufen während der ganzen Bauzeit ununterbrochen fort.

Die Buchung im Journale und Manuale erfolgt auf dem Sektionsbureau, dem Abteilungs- und dem Centralbureau in genauer Übereinstimmung der laufenden resp. Folio-Nummern und ist deshalb darauf zu halten, dafs für die Buchung im Manuale für jeden Beleg in der Regel nur eine Reihe verwandt wird, was unter Mitbenutzung der Kolumne „Bemerkungen" sich auch ermöglichen läfst, ohne der Deutlichkeit Abbruch zu thun.

7.

Aufser diesen allgemeinen Buchungsbestimmungen ist noch speciell zu unterscheiden, ob die Belege als:

1. definitive,
2. als Abschlags-, Rest- resp. Schlufszahlungsbelege, oder
3. Generalia (Vorschufskonto) anzusehen sind.

a. Buchung der definitiven Belege.

Die definitiven, d. h. diejenigen Belege, welche eine bestimmte Sektion und einen bestimmten Titel betreffen, werden in das Zahlungsjournal der Sektion und zwar in die Kolumne des betreffenden Titels

unter Wiederholung des Betrages in der Kolumne „Summa" eingetragen, und gleichfalls im Sektionsmanuale unter dem betreffenden Titel resp. dessen Unterabteilung verbucht.

b. Buchung der Abschlags- und Rest- resp. Schlufszahlungen.

Die Belege über Abschlagszahlungen gelten bei der Hauptkasse als definitive Belege und werden von derselben als solche gebucht. Es ist deshalb erforderlich, dafs dieselben wie die definitiven Belege sub a in dasselbe Zahlungsjournal unter dem betreffenden Titel eingetragen werden, ohne dafs jedoch die Buchung im Manuale erfolgt.

Um dieselben als Abschlagszahlungen erkennen zu können, wird der Betrag aufserdem in die Kolumne des Zahlungjournals „Vorschüsse" eingetragen und zugleich in der Kolumne „Bemerkungen" die No. der Abschlagszahlung (z. B. Abschlagszahlung No. 3) vermerkt.

In die Kolumne „Fol. des Manuals" wird die No. des Abschlagskonto" (Anlage *K*, s. S. 470) eingetragen.

Im Abschlagskonto erhält jeder Unternehmer für jede kontraktlich übernommene Lieferung oder Arbeit ein besonderes Folio, auf welchem die Abschlagszahlungen nach fortlaufender No. und nach dem Datum zur Eintragung kommen.

Die Eintragung der Restzahlungen in das Zahlungsjournal geschieht wie jede andere definitive Zahlung. Gleichzeitig mit derselben werden in der Kolumne „Vorschüsse" sämtliche vorhergegangene Abschlagszahlungen mit einem einfachen roten Strich durchstrichen und in der Kolumne „Bemerkungen" der Vermerk: „Erledigt durch No. . . ." (No. der Restzahlung) beigefügt. Nach Eintragung der Rest- resp. Schlufszahlung in das Abschlagskonto wird letzteres summiert und der ganze für die betreffende Arbeit oder Lieferung zur Liquidation gekommene Betrag im Manuale an der betreffenden Stelle gebucht, zugleich aber im Abschlagskonto neben der Totalsumme der Abschlagszahlungen und der Restzahlung mit roter Tinte vermerkt: „übernommen Manual Fol. . . ."

c. Generalia (Vorschufskonto) und Buchung derselben.

Obgleich im allgemeinen soweit nur irgend möglich dahin zu streben ist, dafs alle Ausgaben gleich auf die betreffenden Titel und Bauwerke gebucht werden, so wird sich dieses nicht überall erreichen lassen; es werden vielmehr einige Zahlungen vorkommen, welche nicht gleich auf bestimmte Titel resp. Sektionen gebracht werden können. Für diese Zahlungen ist für jede Abteilung ein besonderes Zahlungsjournal und Manual mit der Bezeichnung „Generalia" anzulegen. Die darin zu verbuchenden Belege werden mit der Bezeichnung „Generalia" versehen. Die Zahl der auf „Generalia" zu buchenden Gegenstände ist thunlichst zu beschränken und darf ohne besondere Genehmigung des technischen Dirigenten eine neue Abteilung „Generalia" nicht eingeführt werden und wird bei dieser Genehmigung wegen Einteilung des Manuals auf den Vorschlag des Abteilungsbaumeisters Bestimmung erfolgen.

Spätestens beim Schlufs des Baues müssen diese Generalkosten sämtlich auf die betreffenden Sektionen und Bautitel verteilt werden.

8.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, dafs folgende Rechnungsbücher zu führen sind:

a. Von dem Sektionsbaumeister:

1. ein Zahlungsjournal,
2. ein Manual,
3. ein Abschlagszahlungskonto,
4. ein Inventarverzeichnis.

b. Von dem Abteilungsbaumeister:

1. ein Zahlungsjournal } für jede Sektion,
2. ein Manual } für jede Sektion,
3. ein Zahlungsjournal, Generalia,
4. ein Manual, Generalia,
5. ein Abschlagszahlungskonto für jede Sektion,
6. ein Inventarverzeichnis für die Abteilung,
7. ein solches für jede Sektion.

9.

Die Zahlungsjournale und Manuale werden auf jeder Seite aufsummiert und übertragen, jedoch erst am Schlusse des Baues abgeschlossen.

Um indes in betreff einer übereinstimmenden Buchung bei den verschiedenen Stellen eine Kontrole zu haben, wird das Zahlungsjournal auf der Sektion allmonatlich in Blei abgeschlossen und das Resultat vermittels eines besonderen Formulars (Anlage *J*, s. S. 469) der Abteilung eingereicht.

Diese stellt die Resultate der verschiedenen Sektionen zusammen und übersendet diese Zusammenstellung an das Centralbaubureau.

10.

Zahlbarmachung der Belege.

Soweit die Belege überall von dem Abteilungsbaumeister zur Zahlung auf die Specialhauptkasse angewiesen werden dürfen, hat diese Anweisung wie folgt stattzufinden, entweder

a. durch Ausfüllung der betreffenden gedruckten Klausel unter jedem einzelnen Beleg, oder

b. durch Zusammenfassung mehrerer Belege eines Titels, soweit die betreffende Baustrecke zu einer Specialhauptkasse gehört, in einer „Special-Designation" und Anweisung der Endsumme unter Anwendung der üblichen Anweisungsformel (Anlage *M*, s. S. 470).

Die Einrichtung der Specialkassen ergibt sich aus nachstehenden Vertragsbestimmungen, wie sie mit Kaufleuten, Banquiers, Rendanten u. s. w. mehrfach abgeschlossen sind.

1. Die Direktion der Köln-Mindener Eisenbahngesellschaft überträgt dem Herrn N. zu N. die Geschäfte der dort zu errichtenden Specialkasse für die beim Bau der Venlo-Hamburger Eisenbahn in N. und Umgegend vorkommenden Zahlungen, soweit die betr. Zahlungsnehmer auf Grund kontraktlicher Vereinbarung nicht ein Anderes beanspruchen können.

2. Dem Herrn N. werden zur Bestreitung der vorkommenden Zahlungen auf jedesmaliges ausdrückliches Verlangen, Vorschüsse bei einem mit der Direktion der K.-M. Eisenbahngesellschaft in Geschäftsverbindung stehenden Bankhause oder baar bei deren Hauptkasse zu Köln zur Disposition gestellt. Die Direktion der K.-M. Eisenbahngesellschaft hat jedoch auch die Befugnis, die seitens des Herrn N. für sie geleisteten Vorschüsse zu jeder beliebigen Zeit zu decken.

3. Der Herr N. darf nur Zahlung leisten auf schriftliche Anweisung

a. der Hauptkasse der K.-M. Eisenbahngesellschaft zu Köln und

b. der ihm von der Direktion speciell bezeichneten Baubeamten.

Alle Zahlungen sind nur auf Grund von Legitimationen, Lohnlisten oder Zahlungsberechnungen zu leisten. Abschlagszahlungen auf kontraktliche Lieferungen oder Arbeiten, wenn der zu zahlende Betrag 3000 M. übersteigt, sowie alle Schlufszahlungen erfolgen nur auf besondere Anweisung der Direktion.

Alle Zahlungen ohne Ausnahme sind in vollgültigem gemünztem — oder Papiergeld, wie es bei königl. preufsischen Kassen angenommen wird, zu leisten.

4. Der Herr N. sendet die erledigten Zahlungsanweisungen mit dem Dienstsiegel:

„Specialkasse N." verschlossen und mit der Rubrik: „Eisenbahndienstsachen" versehen unter Beachtung der in der anliegenden Anweisung zum Gebrauche der Haupt- und Specialdesignationen gegebenen Vorschriften alle vierzehn Tage an die Hauptkasse zu Köln. Nach stattgehabter Revision werden dem Herrn N. die gezahlten Beträge auf seinem Konto per Zahltag gutgeschrieben.

5. Die Zahlungen, namentlich aber die Auslöhnungen der Arbeiter müssen prompt geleistet werden; dieselben dürfen nur an die Empfangsberechtigten selbst und nicht etwa an Zwischenpersonen erfolgen. Insbesondere ist die Auszahlung von Löhnen durch Vermittelung von Baubeamten nicht gestattet.

6. Jede Ausgabe mufs mit einer vollständigen Quittung belegt werden. Mit Ausnahme der Lohnlisten, bei welcher die Namensgegenschrift des Empfängers in der dafür bestimmten Kolumne genügt, ist in den Quittungen die Summe mit Buchstaben und sowohl Ort als Tag der Ausstellung auszudrücken. Auch darf an dem wesentlichen Inhalt der Rechnungsbelege nichts durchgestrichen oder radiert sein.

Schreibensunkundige Empfänger quittieren mit 3 Kreuzen und ist die geschehene Auszahlung und Unterkreuzung durch glaubhafte Zeugen auf dem betr. Rechnungsbelege zu bescheinigen.

Die Auslöhnungen geschehen auf den Baustellen in Gegenwart eines Baubeamten, der dies auf den betr. Belegen zu attestieren hat.

7. Auf beiden Seiten des mit dem Herrn N. zu führenden Kontos werden vier Prozent jährliche Zinsen berechnet. An Provision, die selbstredend nur von einer Seite des Kontos zu berechnen ist, erhält der Herr N. ein Viertel Prozent. Derselbe ist nicht berechtigt, aufser dieser Provision noch sonstige Kosten in Rechnung zu stellen. Der Abschlufs des Kontos erfolgt regelmäfsig am 31. Dezember; das Kontokurrent ist der Direktion spätestens bis Mitte Januar des nächsten Jahres einzureichen.

8. Der Herr N. ist der K.-M. Eisenbahngesellschaft für jeden Nachteil verantwortlich, welcher derselben aus der Nichtbeachtung der vorstehend gegebenen Zahlungsvorschriften erwachsen sollte.

9. Sowohl dem Herrn N. als der Direktion steht der Rücktritt von diesem Übereinkommen vier Wochen nach erfolgter schriftlicher Anzeige zu.



Nach der vorstehenden Instruktion wurden also die Rechnungsbelege, nachdem sie von dem Abteilungsbaumeister revidiert waren, den Specialbaukassen überwiesen, sofern die Beträge die Grenze, bis zu welcher dessen Anweisungsbefugnis reicht, nicht überschritten. Von hier gingen die erledigten Zahlungsanweisungen an die Hauptkasse, welche nach stattgehabter Revision der Specialkasse die gezahlten Beträge gutschrieb. Die Hauptkasse schickte die Belege dann an den technischen Dirigenten, auf dessen Bureau sie einer weiteren technischen und kalkulatorischen Revision unterworfen und gebucht wurden. Etwaige Monita wurden dem Abteilungsbaumeister zur Beantwortung übermittelt und nachdem die Erinnerungen erledigt waren, gingen die von dem Abteilungsbaumeister angewiesenen Belege, wie auch die von dem technischen Dirigenten angewiesenen, an die Direktion, um der Hauptkasse definitiv übergeben zu werden.

Bei der Superrevision vorgenommene Änderungen in den Zahlungsbeträgen werden den betreffenden Instanzen (Abteilungsbaumeister u. s. w.) zur Richtigstellung der Bücher und Rechnungsabschlüsse mitgeteilt.[14])

Außer den das Rechnungs- und Zahlungswesen betreffenden Büchern werden von den Organen der Bauverwaltung, bezw. auf den Baubureaux noch andere Bücher geführt, deren Einrichtung von dem bei der betreffenden Verwaltung bestehenden Modus und der Art der Bauausführung abhängt.

Bei der Organisation, wie wir sie für das zuletzt besprochene Rechnungs- und Zahlungswesen vorausgesetzt haben, pflegen wohl folgende Arten von Büchern vorgeschrieben zu sein:

die Tagebücher der Bauaufseher, in welche die täglich vorkommenden Lieferungen, der Ab- und Zugang an Geräten, Notizen über Accord- und Lohnarbeiten, derart schematisch eingetragen werden, dafs nach ihnen die Aufstellung der dem vorgesetzten Baubeamten einzuliefernden Rapporte, leicht geschehen kann;

auf dem Sektionsbureau:

- ein Korrespondenzjournal, in welches sämtliche ankommende und abgehende Dienstschreiben mit kurzer Angabe des Inhalts, des Tages des Ein- und Ausganges und die Art der Erledigung eingetragen werden;
- ein Inventarienbuch, welches den Nachweis über den Zu- und Abgang, den Bestand, den Aufbewahrungsort und die Verrechnung der Geräte und Utensilien enthält;

---

[14]) Über einige bei der preufsischen Staatsverwaltung geltende, das Revisions- und Rechnungswesen betreffende Bestimmungen vergl. die folgenden Erlasse und Verfügungen:

Cirkularverfügung d. d. Berlin, den 20. Juni 1880, die Einholung der ministeriellen Genehmigung und die Einreichung von Projekten und Anschlägen fiskalischer Neu- und Reparaturbauten zur Superrevision betreffend nebst Allerhöchster Ordre vom 31. Mai 1880. (Zeitschr. f. Bauw. 1880, S. 343).

Cirkularverfügung d. d. Berlin, den 20. Oktober 1880, das Abrechnungsverfahren bei öffentlichen Bauausführungen betreffend, bei denen es nach den bestehenden Vorschriften der Aufstellung balancierender Kosten-Revisionsnachweisungen bedarf. (Zeitschr. f. Bauw. 1881, S. 1).

Cirkularerlafs des Ministers der öffentlichen Arbeiten vom 30. März 1881, die Etats- und Kostenanschlags-Überschreitungen bei Staatsbauten betreffend. (Centralbl. d. Bauverw. 1881, S. 29).

Cirkularerlafs des Ministers der öffentl. Arbeiten vom 21. Juni 1882, betreffend die Abrechnung der Staatsbauten. (Centralbl. d. Bauverw. 1882, S. 238).

Vergl. ferner Note 7.

ein **Materialienbuch**, in welches, nach den Bauwerken geordnet, die Baumaterialien, sobald sie nach den Geschäftsrapporten der Aufseher abgeliefert sind, mit den dafür zu zahlenden Preisen eingetragen werden;
ein **Verbrauchsregister** über Bureaubedürfnisse;
ein **Tagebuch** (Übersichtsbuch), aus welchem der Beginn und die Fertigstellung der einzelnen Bauobjekte, Angaben über erfolgte Lieferungen, Wasserstände, Witterungsverhältnisse und andere für den Stand des Baues wichtigen Momente zu ersehen sind;

auf dem Abteilungsbureau:

ein **Korrespondenzjournal**, ein **Inventarienbuch** für diejenigen Gegenstände, welche auf den Sektionen nicht inventarisiert sind;
ein **Verbrauchsregister** über Bureaubedürfnisse;
ein **Accord- bezw. Kontraktbuch**, in welchem die abgeschlossenen Verträge aufgeführt werden;
ein **Tagebuch** (Übersichtsbuch).

Es würde zu weit führen und dem Zwecke der vorliegenden Bearbeitung nicht entsprechen, hier auf das specielle der Buchführung an den oberen Verwaltungsstellen einzugehen.

Aus dem Mitgeteilten wird erhellen, worauf es bei der Rechnungs- und Buchführung ankommt. Was zur Klarlegung und Kontrole der Geschäfte an den oberen Stellen nötig wird, bietet im wesentlichen nichts von den Arbeiten in den unteren Instanzen abweichendes, wenn auch die Buchführung sich hier auf einen gröfseren Geschäftskreis erstreckt und einzelne neue Seiten buchhalterischer Thätigkeit berührt.

§ 9. Periodische Geschäftsberichte.

Zur Erzielung einer genauen Übersicht über den Stand des Baues und die verausgabten Gelder werden in bestimmten Zeitabschnitten Rechenschaftsberichte von den unteren Instanzen an die höheren erstattet.

An unterster Stelle haben zunächst die Bauaufseher aus ihren Tagebüchern die Geschäftsrapporte über die geleisteten Arbeiten und Lieferungen, über die Zahl der beschäftigten Arbeiter, Pferde, Maschinen, über besondere Vorkommnisse beim Bau u. dergl. nach den hierfür vorgeschriebenen Formularen aufzustellen und dem vorgesetzten Baubeamten einzureichen. Diese Geschäftsrapporte enthalten einmal das zur Aufstellung der Rechnungen erforderliche Material und werden bei 14tägigem Turnus der Rechnungsaufstellung in der Regel auch in diesen Zeitabschnitten eingeliefert, ferner enthalten sie Unterlagen für die an den Baudirigenten zu erstattenden technischen und Rechnungsberichte.

Der das Rechnungswesen betreffende Teil dieses letzteren Berichtes enthält zweckmäfsig, nach Titeln getrennt, die Summen des Kostenanschlages der Beträge der seit dem letzten Rapport verausgabten Gelder, die überhaupt verausgabten, die von der Anschlagssumme noch disponiblen und die in der nächsten Periode erforderlichen Gelder.

Der technische Teil hat genauere Auskunft zu geben über den Fortschritt des Baues an den verschiedenen Stellen, über den Fortgang der Lieferungen, über die vorhandenen Arbeitskräfte, über die Kontraktserfüllungen seitens der Unternehmer, über nötig gewordene Dispositionsänderungen, über die Innehaltung der Vollendungstermine,

über die Materialien und Inventarienbestände, über den Personalbestand und über ähnliche durch die specielle Organisation des Baues bedingte Verhältnisse. Diesem technischen Teile pflegt zur Erleichterung der Übersicht eine bildliche Darstellung des Baues beigefügt zu werden, etwa nach dem auf Taf. XVI angegebenen Beispiele. Dieselbe enthält ein Längenprofil der Bahnstrecke, in welchem durch Farben der Stand der Erd- und Kunstbauten bezeichnet wird; ferner Rubriken für die übrigen Arbeitsgattungen von Bedeutung, in welche ebenfalls durch Farben die räumliche Erstreckung der Arbeiten eingetragen wird.

Als Beispiel eines zweckmäfsigen Formulars für Aufseherrapporte geben wir folgendes (s. S. 472).

Als Beispiel eines Schemas für die von den Streckenbaumeistern aufzustellenden technischen und Rechnungsrapporte kann folgendes gelten.

(Aktenformat.)

Bezeichnung des Kosten-anschlags.			Bezeichnung der Baugegenstände.	Summe des Kosten-anschlages.	Betrag der im Monat . . . . . . verausgabten Gelder.		Betrag der bis zum Schlufs des Monats . . . . . überhaupt verausgabten Gelder.		Am Anfang des Monats . . . . bleiben von der Anschlags-summe disponibel.		Am Anfang des Monats . . . . war die Anschlagssumme überschritten.		Betrag der im Monat . . . . erforderlichen Gelder.		Nachweisung über den Fortgang der Arbeiten im Monat . . . und Stand des Baues am Ende desselben.
Titel.	Unter-abteilung.	Pos.		M.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	
I.			**Grunderwerb und Nutzungs-entschädigung.**												
	1		Grunderwerb												
	2		Nutzungsentschädigung . .												
	3		Vermessung etc.												
II.			**Erd- u. Böschungsarbeiten.**												
	1		Erdarbeiten												
	2		Böschungsarbeiten												
	3		Geräte												
	4		Aufsichtskosten												
	5		Insgemein												
III.			**Unterhaltung während der Bauzeit.** u. s. f.												

Die den erwähnten Berichten beizulegenden Utensilienrapporte erhalten in übersichtlicher Anordnung die Bezeichnung der Gegenstände, den Bestand nach letztem Berichte, den Zugang und Abgang während der betreffenden Zeitperiode, den Nachweis über die Ursachen des Abganges, den zeitigen Bestand, den Aufbewahrungsort, die Berechnung der Utensilien u. dergl.

Die eine gröfsere Abteilung summarisch behandelnden Geschäftsberichte pflegen in längeren Zeitabschnitten, häufig alle Quartale, in gewöhnlicher Berichtsform erstattet zu werden; in der Regel unter Trennung der Gegenstände nach den Baustrecken und Titeln und unter Beifügung der zur Übersicht erforderlichen Specialanlagen.[15])

[15]) Als vortreffliche Beispiele sehr übersichtlich aufgestellter statistischen Bauberichte sind die der Orleansbahn in Frankreich zu erwähnen. (Vergl. Note 11).

(1. Seite.) [Aktenformat.]

Anlage *C.*

. . . . . **Eisenbahn.**

te Abteilung Sektion. | Tit. des Haupt-Kostenanschlags.

Ausgabe-Journal No. | Abschlagskonto Fol.

Anlagen:

te **Abschlags-Zahlungs-Berechnung**
über
. . . . . Mark . . . Pf.
für . . . .

Revidiert Der technische Dirigent	Revidiert Der Abteilungsbaumeister	Aufgestellt , den 18 Der
. . . .	. . . .	. . . .

Anweisung.

Vorstehender Betrag von . . . . . Mark . . . Pf. geschrieben:

. . . .

ist von der Specialkasse in . . . . . . zu zahlen.

. . . . . . , den ten 18

Der Abteilungsbaumeister

. . . .

Lieferungskontrole:
Lit. pag.
No.

A. H. J. No.
Man. Fol.
No.

(4. Seite.)

Anlage *C.*

Hierauf sind bereits bezahlt.

No.		Mark.	Pf.
	1. Abschlagszahlung		
	2. "		
	3. "		
	4. "		
	5. "		
	6. "		
	7. "		
	8. "		
	9. "		
	10. "		
	11. "		
	12. "		
	13. "		
	14. "		
	15. "		
	16. "		
	17. "		
	18. "		
	19. "		
	20. "		
	21. "		
	22. "		
	23. "		
	24. "		
	25. "		

(2. Seite.) (3. Seite.)

(Innenseiten für Abschlagszahlungen und Zahlungsberechnungen.)

Anlage *C.*

No.	Namen und Wohnort der Empfänger.	Gegenstand.	Zahl der Ein-heiten.	Preis der Einheit.		Geldbetrag				Quittung über den Empfang der Zahlung durch Gegenzeichnung des Namens oder (Kreuz-) Handzeichens.	Inventarisiert unter			Inventar-kontrole	
						im ein-zelnen		im ganzen							
				M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.		Pag.	Lit.	No.	Pag.	No.

(Innenseiten für Accord-Lohnberechnungen.)

Anlage *D.*

No.	Namen und Wohnort der Empfänger.	Gegenstand.	Zahl der Ein-heiten.	Preis der Einheit.		Geldbetrag				Beitrag zur Kranken-kasse		Baar zu zahlender Betrag		Quittung über den Empfang des Lohnbetrages durch Namensgegenschrift oder Kreuzzeichen.
						im ein-zelnen		im ganzen						
				M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	

(Innenseiten für Lohn-Berechnungen.)

Anlage *E.*

No.	Namen der Empfänger.	Gegenstand.	In der Zeit vom ten bis ten 188																															Zahl der Tage.	Lohn-satz.		Lohn-betrag.		Beitrag zur Kranken-kasse		Baar zu zah-lender Betrag.		Quittung über den Empfang des Lohnbetrages durch Namensgegenschrift oder Kreuzzeichen.
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	

Anlage *H.* Journal. (Doppel-Folio.)

No. der Belege.	Fol. des Manuals.	Datum der Anweisung 18 Tag	Datum der Anweisung 18 Monat	Namen des Empfängers.	Tit. I. Grunderwerb.		Tit. II. Erd- und Böschungsarbeiten.		Tit. III. Unterhaltung der Bahn während der Bauzeit u. des ersten Betriebsjahres.		Tit. IV. Einfriedigungen.		Tit. V. Wegeübergänge.		Tit. VI. Kleine Brücken und Durchlässe.		Tit. VII. Große Brücken.		Tit. VIII. Tunnel.		Tit. X. Oberbau.		Tit. XI. Signale.		Tit. XII. Bahnhöfe und Wärterwohnungen.		Tit. XIII. Außerordentl. Anlagen, Flußverlegungen.		Tit. XIV. Betriebsmittel.		Tit. XV. Verwaltungskosten.		Tit. XVI. Insgemein.		Summa.		Vorschüsse.		Bemerkungen.
					M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	
				Transport																																			

Anlage *J.* Manual. (Doppel-Folio.)

Titel des Haupt-Kostenanschlags — Pos.
Titel — Pos. bis Pos. des Special-Kostenanschlags.
Betrag des Kostenanschlags: M. Pf.

No. des Ausg.-Journ.	Datum der Anweisung Tag	Monat	Jahr	Namen des Empfängers.	Position.	Gegenstand der Ausführung.	Preis der Einheit M.	Pf.	Betrag im einzelnen M.	Pf.	Betrag im ganzen M.	Pf.	Bemerkungen und Erläuterungen.

Anlage *L.* (Aktenformat.) (Innenseiten.)

(1. Seite.)

Abschlufs der Zahlungs-Journale der . . . Abteilung pro Monat . . . . 18 . .

Zahlungs-Journal.	bis inkl. No	Tit. I.		Tit. II.		Tit. III.		Tit. IV.		Tit. V.		Tit. VI.		Tit. VII.		Tit. VIII.		Tit. X.		Tit. XI.		Tit. XII.		Tit. XIII.		Tit. XIV.		Tit. XV.		Tit. XVI.		Summa		Vorschüsse	
		M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.
Generalia . .																																			
Sektion . . .																																			
Sektion . . .																																			
Sektion . . .																																			
Sektion . . .																																			
Summa																																			

Anlage *K*. (Abschlagszahlungskonto.) (Folioformat.)

Sekt. Pag.

Tit.

. . . .

wohnhaft zu

hat übernommen gemäfs

die

zu dem Preise von M. Pf. pro

oder zu dem Gesamtbetrage von M. Pf.

Darauf ist geliefert:								Davon wird eingehalten		Abschläglich werden angewiesen:								Bemerkungen.
Tag.	Mon.	Jahr.	Gegenstand.	Einheitspreis		Betrag				Betrag		No. der Abschlagszahlung.	Datum			Journ.-No.		
				M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.		Tag.	Mon.	Jahr.	Tit.	No.	

Anlage *M*. (Special-Designation.) (Aktenformat.)

(Aufsenseite.)

. . . . . **Eisenbahn.**

Specialkasse Abteilung.

Bauetat pro 188

Tit. Pos. des Hauptkostenanschlags.

Special-Designation

der in der Zeit vom 188

geleisteten Zahlungen.

(Innenseiten.)

No. der Belege.	Datum der Anweisung.	Namen der Zahlungsnehmer.	Betrag im einzelnen		Betrag im ganzen	
			M.	Pf.	M.	Pf.

Anlage *G*. **Bautitel-Verzeichnis.**

Haupttitel.	Unterabteilung.	Pos.	Bezeichnung.
I.			**Grunderwerbs- und Nutzungsentschädigung.**
	1		Grunderwerb.
	2		Nutzungsentschädigung und andere Unkosten.
	3		Entschädigung für umzuändernde Bauwerke.
	4		Vermessung, Umschreibung, Leitung des Grunderwerbsgeschäfts.
II.			**Erd- und Böschungsarbeiten.**
	1		Erdarbeiten.
	2		Böschungsarbeiten.
	3		Gerätschaften.
	4		Aufsichtskosten.
	5		Insgemein.
III.			**Unterhaltung während der Bauzeit und im ersten Betriebsjahre.**
IV.			**Einfriedigungen.**
V.			**Wegeübergänge.**
	1		Befestigung der Übergänge, Rampen und Parallelwege, Schutzschwellen und Schutzschienen.
	2		Barrièren, Warnungstafeln, Haltepfähle, Laternenständer, Drahtzüge.
	3		Seitendurchlässe.
	4		Verschiedene Ausgaben.
VI.			**Durchlässe und kleinere Brücken, einschliefslich der Wege-Über- und Unterführungen, Futtermauern.**
			Unterabteilung nach den einzelnen Bauwerken.
VII.			**Gröfsere Brücken über 30 Fufs Weite.**
			Unterabteilung nach den einzelnen Bauwerken.

Haupttitel.	Unterabteilung.	Pos.	Bezeichnung.
VIII.			**Tunnel.**
	1		Felsarbeiten inkl. Transport.
	2		Maurerarbeiten.
	3		Maurermaterialien.
	4		Zimmerarbeiten.
	5		Zimmermaterialien.
	6		Schmiedearbeiten.
	7		Insgemein.
	8		Portale.
IX.			**Besondere Vorrichtungen und Gebäude zum Betriebe geneigter Ebenen.**
X.			**Oberbau (nebst allen Nebensträngen und zugehörigen Ausweichen).**
	1		Bettungsmaterial.
	2		Schwellen inkl. deren Transport.
	3		Schwellenpräparieranstalten.
	4		Kosten des Präparierens.
	5		Schienen und deren Transport.
	6		Weichen desgl.
	7		Kleines Eisenzeug desgl.
	8		Arbeitslohn.
	9		Geräte und Utensilien.
	10		Verschiedene Kosten, Aufseher, Wächter etc.
XI.			**Signale und Wärterbuden.**
	1		Optische Telegraphen, Laternen etc.
	2		Elektrische Signale.
		a	Leitungen.
		b	Apparate.
		c	Glockenbuden.
	3		Wärterbuden.
	4		Meilen- und Nummersteine, Gefälleanzeiger etc.
	5		Verschiedene Ausgaben.
XII.			**Bahnhöfe, Haltestellen und alle sonstigen Etablissements, Cokeöfen, Wärterwohnungen, Drehscheiben, Wasserkrane.**
	1		Empfangsgebäude u. Dienstwohnungen.
	2		Personenhallen und Bedachung des Perrons.
	3		Wagenschuppen.
	4		Güterschuppen.
	5		Lokomotivschuppen.
	6		Wasserstationsgebäude.
	7		Coke- und Kohlenschuppen.
	8		Magazingebäude.
	9		Werkstättengebäude.
		a	für die Maschinenverwaltung.
		b	„ „ Wagenverwaltung.
	10		Retiraden.
	11		Wirtschaftsgebäude.
	12		Wärterwohnungen.
	13		Portierbuden.

Haupttitel.	Unterabteilung.	Pos.	Bezeichnung.
	14		Perrons und Rampen.
	15		Löschgruben.
	16		Laternen, Uhren, Glocken.
	17		Mechanische Einrichtungen.
		a	Drehscheiben.
		b	Schiebebühnen.
		c	Brückenwagen.
		d	Hebekrane.
	18		Möblierung und Einrichtung der Gebäude inkl. Inventar aller Art.
	19		Aufsicht.
	20		Insgemein. Entwässerung.
	21		Befestigung der Zufuhrwege, Ladeplätze etc.
XIII.			**Aufserordentliche Ausgaben.**
	1		Flufsverlegungen.
	2		Fortifikatorische Anlagen.
XIV.			**Betriebsmittel.**
	1		Lokomotiven nebst Tender und Reservestücken.
	2		Personenwagen.
	3		Güterwagen.
	4		Sonstiges Betriebsmaterial.
	5		Ausrüstung der Werkstätten.
XV.			**Verwaltungskosten.**
			A. Direktion.
			B. I. Centralbureau.
	1		Diäten, Reisekosten der Beamten, Bureaudiener, Kopialien.
	2		Einrichtung des Bureaus.
	3		Bureaubedürfnisse, Instrumente, Porto, Botengänge.
			B. II. Bauleitung.
	1		} wie vor.
	2		
	3		
			B. III. Unvorhergesehene Ausgaben.
			C. Vorarbeiten.
	1		Diäten der Baumeister.
	2		Entschädigung.
	3		Mefsapparate.
	4		Bureauutensilien.
	5		Insgemein.
XVI.			**Insgemeinkosten.**
	1		Kosten des Geldverkehrs mit den Bankhäusern.
	2		Kosten der Specialkassen.
	3		Beiträge zur Unterstützung von Arbeitern und deren Hinterbliebenen.
	4		Unvorhergesehene Ausgaben.
XVII.			**Zinsen während der Bauzeit.**

(1. Seite.) [Folioformat.]

No.

. . . . Eisenbahn.

Abteil. Sekt.

Rapport

des Bauaufsehers

für die Zeit vom ,

I. Tagelohnarbeiten.

Nummer.	Namen.	Beschäftigung.	Sonntag.	Montag.	Dienstag.	Mittwoch.	Donnerstag.	Freitag.	Samstag.	Sonntag.	Montag.	Dienstag.	Mittwoch.	Donnerstag.	Freitag.	Samstag.	Summa.	Lohnsatz.	In Rechnung gestellt.				Bemerkungen.
																			ad Tit.	Man. Fol.	Bel.-No.	Datum.	

(2. Seite.)

II. Accordarbeiten.

Nummer.	Namen.	Beschäftigung.	Sonntag.	Montag.	Dienstag.	Mittwoch.	Donnerstag.	Freitag.	Samstag.	Sonntag.	Montag.	Dienstag.	Mittwoch.	Donnerstag.	Freitag.	Samstag.	Summa.	Lohnsatz.	In Rechnung gestellt.				Bemerkungen.
																			ad Tit.	Man. Fol.	Bel.-No.	Datum.	

(4. Seite.)

III. Lieferungen.

Nummer.	Namen.	Gegenstand.	Preis.	In Rechnung gestellt.				Bemerkungen.
				ad Tit.	Man. Fol.	Bel.-No.	Datum.	

(3. Seite.)

III. Lieferungen.

Nummer.	Namen.	Gegenstand.	Preis.	In Rechnung gestellt.				Bemerkungen.
				ad Tit.	Man. Fol.	Bel.-No.	Datum.	

§ 10. Organisation der Arbeiterkrankenpflege.

Unter den bei Eisenbahnbauten beschäftigten Arbeitern hat man hinsichtlich deren Organisation die gewerblichen Arbeiter von den übrigen Handarbeitern (Erdarbeitern u. s. w.) zu unterscheiden.

Das Verhältnis der ersteren zu den Arbeitgebern, ihre Legitimation, ihre Verpflichtung einer Kranken-, Hülfs- und Sterbekasse anzugehören und andere ihre Stellung betreffende Fragen sind in Deutschland durch die Gewerbeordnung geregelt. Mit der Organisation der gewerblichen Arbeiter zum Zweck ihrer Beschäftigung bei Eisenbahnbauten haben sich die Organe der Bauverwaltung daher nur in seltenen Fällen zu befassen. Anders steht es mit nicht handwerksmäſsig beschäftigten Arbeitern, wie sie bei allen gröſseren Eisenbahnbauten, namentlich für die Erdarbeiten, in groſser Zahl herangezogen werden müssen.

Der Verwaltung liegt dabei die Ordnung der Arbeitermassen nach bestimmten Verbänden, die Befolgung der polizeilichen Vorschriften, die Sorge für das Unterkommen der Arbeiter und die Krankenpflege entweder unmittelbar ob, oder durch Vermittelung der von ihr angestellten Unternehmer. Die selbständigen Abteilungen, zu welchen die Arbeiter verbunden werden, sind die Schächte, Schachtverbände.

Über die Organisation derselben, dann über die Annahme und Entlassung der Arbeiter, ihre Legitimation, über die Maſsregeln zur Aufrechthaltung der Ordnung, zum Schutz und zur Pflege der Arbeiter, bestehen in den meisten Ländern, wo gröſsere Eisenbahnbauten ausgeführt sind, gesetzliche Bestimmungen. In Preuſsen sind diese Verhältnisse durch die Verordnung vom 21. Dezember 1846 geregelt, welche in mehreren Punkten zwar veraltet und durch neuere Gesetze modifiziert ist, in den wesentlichen Teilen jedoch zu Recht besteht. Dieselbe lautet:

Verordnung, betreffend die beim Eisenbahnbau beschäftigten Handarbeiter,
vom 21. Dezember 1846.

Wir Friedrich Wilhelm, von Gottes Gnaden König von Preuſsen etc. etc. verordnen in betreff der Handarbeiter, welche bei dem Bau von Eisenbahnen und bei anderen öffentlichen Bauten beschäftigt werden, nach dem Antrage Unseres Staatsministeriums, was folgt:

§ 1. Die Aufnahme der Arbeiter erfolgt durch diejenigen Bauaufsichtsbeamten, welche von der Eisenbahndirektion der Polizeibehörde (§ 25) als solche bezeichnet werden. Sofern diese Bauaufsichtsbeamten nicht bereits einen Diensteid geleistet haben, in welchem Falle es bei der Verweisung auf denselben bewendet, sind sie zur Beobachtung der für die ihnen übertragenen Funktionen bestehenden Vorschriften durch den Kreislandrat mittels Handschlags an Eidesstatt ein für allemal zu verpflichten, worüber ihnen ein Ausweis zu erteilen ist.

§ 2. Zur Beschäftigung bei den im Bau begriffenen Eisenbahnen sind nur männliche Arbeiter nach vollendetem 17. Lebensjahre zuzulassen; wenn Väter mit ihren Söhnen in die Arbeit treten, genügt für letztere das vollendete 15. Lebensjahr.

Frauenspersonen dürfen nur ausnahmsweise unter Zustimmung der Ortspolizeibehörde und nur in gesonderten Arbeitsstellen beschäftigt werden.

§ 3. Dem Arbeiter, welcher Beschäftigung erhalten kann, wird von dem Bauaufsichtsbeamten eine Arbeitskarte in Form der Wanderbücher erteilt. — Die Arbeitskarte muſs enthalten:

a. den vollständigen Namen des Arbeiters;
b. dessen Heimatsort, nebst Angabe, beim Inländer, des Kreises und Regierungsbezirks, beim Ausländer, der Bezirksbehörde, wozu der Ort gehört;
c. eine Bezeichnung seiner Legitimationspapiere;
d. die die Arbeiter betreffenden Vorschriften dieses Reglements;
e. die für die Arbeit auf der betreffenden Bahn bestehenden besonderen Vorschriften, denen der Arbeiter sich zu unterwerfen hat;
f. Ort, Datum, Siegel (Stempel) und Unterschrift des Bauaufsichtsbeamten (§ 1);
g. Rubriken für die Vermerke §§ 4 und 16.

Das beiliegende Schema ergibt den Inhalt der Arbeitskarten bis auf ad e bei einzelnen Bahnen etwa hinzuzufügenden besonderen Vorschriften.

§ 4. Auf Grund der Arbeitskarte hat der Arbeiter seine Legitimationspapiere bei der betreffenden Polizeibehörde einzureichen, welche den Empfang auf der Arbeitskarte vermerkt.

§ 5. Nur nach Vorzeigung dieses Vermerks wird die wirkliche Annahme zur Arbeit und der Eintritt in eine bestimmte Arbeitsstelle gestattet.

§ 6. Arbeiter, welche in der Nähe der Baustelle ihren Wohnsitz haben, dergestalt, dafs sie während der Arbeit in ihrer gewöhnlichen Wohnung verbleiben, erhalten ebenfalls Arbeitskarten; die polizeilichen Meldungen sind jedoch für sie in der Regel nicht erforderlich.

§ 7. Jede Arbeitskarte für fremde, nicht zur Kategorie des § 6 gehörige, Arbeiter ohne Vermerk der Polizeibehörde bleibt nur auf zwei Tage nach deren Ausstellung gültig.

§ 8. Die Eisenbahndirektionen sind verpflichtet, dafür zu sorgen, dafs jeder Arbeiter beim Beginn der Arbeit über deren Bezahlung genau und vollständig in Kenntnis gesetzt wird. Bei Accordarbeiten erhält der Schachtmeister einen Accordzettel, welcher die Bezeichnung der Arbeit und des in Accord gegebenen Stückes, den Inhalt desselben nach Schachtruten oder sonstigen Einheiten und den bedungenen Preis enthalten mufs; auf demselben werden auch alle etwaigen Abschlagszahlungen vermerkt. Jedem Mitarbeiter steht täglich nach vollendeter Arbeit die Einsicht des Accordzettels zu.

§ 9. Die Eisenbahndirektionen sind bei Ausführung der Arbeiten zur Befolgung folgender Vorschriften verpflichtet:

a. die Arbeiterzahl der einzelnen Schachtabteilungen soll dergestalt bemessen werden, dafs sie von dem Schachtmeister vollständig beaufsichtigt werden kann;
b. die einzelnen Accordstücke sollen in der Regel nicht gröfser angenommen werden, als so, dafs alle 14 Tage die vollständige Abrechnung erfolgen kann;
c. Abschlagszahlungen, welche bei ausnahmsweise unvermeidlichen gröfseren Accordstücken notwendig werden, sollen nach Verhältnis der wirklich gefertigten Arbeit bemessen werden;
d. die Zahlungstermine für Accordarbeiter, wie für Tagelöhner dürfen nicht über 14 Tage auseinander liegen;
e. die Polizeibehörden sind von Zeit und Ort der Zahlung in Kenntnis zu setzen;
f. die Zahlung mufs in der Nähe der Baustellen, darf aber keinenfalls in Schank- und Wirtshäusern erfolgen;
g. als Schachtmeister sind nur Personen zuzulassen, deren Qualifikation und Zuverlässigkeit keinem Bedenken unterliegt;
h. es mufs ein ausreichendes Bauaufsichtspersonal angestellt werden, um die gegenwärtigen Bestimmungen durchzuführen und zugleich das Verhalten der Schachtmeister gegen die Arbeiter zu überwachen;
i. zu solchen Bauaufsichtsbeamten dürfen nur ganz unbescholtene Männer gewählt werden, welche des Schreibens völlig kundig sind, und von denen eine pflichtmäfsige Ausführung der ihnen übertragenen polizeilichen Anordnungen mit Sicherheit zu erwarten steht;
k. die Bauaufsichtsbeamten haben alle 14 Tage die namentlichen Verzeichnisse der unter ihnen beschäftigt gewesenen Arbeiter ihren unmittelbaren Vorgesetzten einzureichen.

§ 10. Den Aufsehern und Schachtmeistern ist jedes Kreditgeben an die Arbeiter durch Lieferung von Bedürfnissen, mit Ausnahme des einfachen Geldvorschusses, untersagt.

§ 11. Aufseher und Schachtmeister oder deren Familienglieder dürfen keinen Schankverkehr oder Handel mit den Bedürfnissen der Arbeiter betreiben.

§ 12. Bei den Accordarbeiten haben die Arbeiter eines jeden Schachtes aus ihrer Mitte zwei Mann zu wählen, welche gemeinschaftlich mit dem Schachtmeister alle Angelegenheiten des Schachtes, dem Aufsichtspersonale gegenüber, verhandeln. Es dürfen aus einem Schachte niemals mehr, als diese drei Personen zum Empfange der von der Bauverwaltung an die Schachtmeister zu leistenden Zahlung oder zur Anbringung von Beschwerden sich einfinden. Erscheinen dennoch mehr, als drei Arbeiter aus einem Schachte bei solchen Veranlassungen, so sollen sie zurückgewiesen und nach Befinden bestraft werden.

§ 13. Alles Hazardspiel ist den Arbeitern streng verboten. Die Schachtmeister und Bauaufsichtsbeamten haben die Pflicht, sobald sie wahrnehmen, dafs Arbeiter an dergleichen Spielen teilnehmen, hiervon sofort der Polizeibehörde Anzeige zu machen, damit unverzüglich der Thatbestand festgestellt und nach den bestehenden Strafgesetzen gegen die Schuldigen gerichtlich verfahren werde.

§ 14. Arbeiter, welche sich nach erfolgter Annahme zur Arbeit Veruntreuungen oder andere Vergehen zu Schulden kommen lassen, die eine Kriminalstrafe nach sich ziehen, werden sofort entlassen.

Auch Trunkenheit, Widersetzlichkeit gegen die Anordnungen der Bauaufsichtsbeamten, Übertretungen der Vorschrift des § 11, jede Teilnahme an Hazardspielen[16]), Anstiften von Zänkereien und Streitigkeiten begründen, abgesehen von den nach den bestehenden Gesetzen verwirkten Strafen, die Entlassung aus der Arbeit.

§ 15. Wenn Arbeiter auf ihren Antrag oder zur Strafe entlassen werden, so soll deren Bezahlung sobald als thunlich, jedenfalls aber am nächsten regelmäfsigen Zahlungstage erfolgen. Findet die Entlassung auf Kündigung seitens des Aufsichtspersonals nach Vollendung der Arbeit oder bei Unterbrechung derselben statt, so mufs stets sofort für Abrechnung und Auszahlung gesorgt werden.

§ 16. In jedem Falle ist der Grund der Entlassung auf der Arbeitskarte vom Beamten (§ 1) zu vermerken, und nur gegen Aushändigung der mit diesem Vermerk versehenen Arbeitskarte werden dem Arbeiter seine Legitimationspapiere von der Polizeibehörde zurückgegeben.

§ 17. Die Entlassung aus der Arbeit hat, nach Mafsgabe der Gröfse des Vergehens oder der Wiederholung, die Ausschliefsung von der Arbeit

a. auf der betreffenden Baustelle,

b. auf der betreffenden Eisenbahn zur Folge.

Die Ausschliefsung ad a. und b. erfolgt durch den betreffenden Beamten (§ 1), doch ist dazu die Zustimmung des nächsten Vorgesetzten erforderlich. Die Polizeibehörde bemerkt das Erforderliche auf der Legitimationsurkunde und gibt im Falle ad b. der Polizeibehörde des Heimatsorts des Arbeiters Nachricht.

§ 18. Der Bauaufsichtsbeamte (§ 1) ist verbunden, jeden Arbeiter auch auf Antrag der Polizeibehörde zu entlassen.

§ 19. Von der Strafentlassung einheimischer Arbeiter (§ 6) und der Veranlassung dazu ist die Polizeibehörde in Kenntnis zu setzen.

§ 20. Die Vorschriften, welche die Bauverwaltung zur Sicherstellung eines geordneten Arbeitsbetriebs, sowie zur Verminderung von Gefahr und Beschädigung für notwendig hält, sind auf der Baustelle durch Anschlag bekannt zu machen. — Die Übertretung dieser Vorschriften kann durch Ordnungsstrafen bis zu einem Thaler, die der Bauaufsichtsbeamte (§ 1) oder dessen Vorgesetzter festsetzt, geahndet werden. Der Betrag dieser Strafen ist an die Krankenkasse (§ 21) abzuführen.

§ 21. Bei allen Eisenbahnbauten sind für die Arbeiter Krankenkassen mit Berücksichtigung folgender Grundsätze einzurichten:

a. jeder nicht handwerksmäfsig beschäftigte Arbeiter ist verpflichtet, der Krankenkasse beizutreten;

b. bei der ganzen Bahn wird pro Mann und Woche ein gleicher Beitrag zur Krankenkasse eingezogen, welcher einen Silbergroschen nicht übersteigen soll;

c. jedem Erkrankten wird freie ärztliche Hülfe, freie Arznei und ein mäfsiges, pro Mann und Tag bei der Bahn gleichmäfsig festgesetztes, Verpflegungsgeld verabreicht.

An Stelle des letzteren tritt, nach Umständen, die Aufnahme in eine Krankenanstalt.

Der Anspruch an die Kasse hört jedenfalls mit dem Ablauf von 14 Wochen auf.

Sollten die Beiträge der Arbeiter nicht hinreichen, um die der Krankenkasse obliegenden Verpflichtungen zu erfüllen, so darf von den Direktionen der bereits konzessionierten Eisenbahngesellschaften erwartet werden, dafs sie die erforderlichen Zuschüsse bereitwilligst leisten werden, in den künftig zu erteilenden Konzessionen soll dies den Gesellschaften ausdrücklich zur Bedingung gemacht werden. Etwaige Überschüsse hat die Direktion zur Unterstützung der beim Bau verunglückten Arbeiter oder deren Hinterbliebenen nach pflichtmäfsigem Ermessen zu verwenden.

§ 22. Von den Eisenbahndirektionen wird die möglichste Beförderung der Sparsamkeit unter den Arbeitern erwartet. Die Bauverwaltung hat für jede Bahnabteilung einen Baurendanten zu bestellen, der zu verpflichten ist, von jedem Arbeiter, der von seinem verdienten Lohne seiner Familie eine Ersparnis übersenden will, den Geldbetrag anzunehmen und unter Berücksichtigung der bewilligten Portofreiheit in die Heimat des Arbeiters zu senden.

Auch ist dieser Rendant zu verpflichten, von jedem Arbeiter auf dessen Verlangen an jedem Zahltage Ersparnisse anzunehmen, darüber in einem Buche dem Arbeiter zu quittieren, den Betrag aufzubewahren und solchen an jedem Zahltage auf Verlangen des Arbeiters ganz oder teilweise gegen Aushändigung der Quittung zurückzuzahlen. — Für diese Aufbewahrung, Rückzahlung und Versendung darf dem Arbeiter nichts in Abzug gebracht werden. Auch bleibt die Bauverwaltung für die Sicherheit der von den Arbeitern eingezahlten Ersparnisse unter allen Umständen verhaftet.

---

[16]) Wegen Hazardspiels ist jetzt nur Strafe zu verhängen, wenn die Voraussetzungen der Paragraphen 266, 267 und 340[11] des St.-G.-B. vorliegen.



§ 23. Um den Arbeitern Zeit und Gelegenheit zum Besuche des Gottesdienstes zu geben, darf die Bauverwaltung an Sonn- und Festtagen nicht arbeiten lassen. Nur in ganz besonderen Fällen, wenn Gefahr im Verzuge obwaltet, z. B. bei schwierigen Grundbauten im Wasser, ist eine Ausnahme zu gestatten, zu der aber jedesmal die Genehmigung der Polizeibehörde erforderlich. Auch die Ablohnung der Arbeiter darf an Sonntagen nur ausnahmsweise und mufs alsdann so erfolgen, dafs solche mindestens eine Stunde vor dem Gottesdienst beendet ist, oder eine Stunde nach demselben beginnt.

§ 24. Als Eisenbahnarbeiter gelten alle für den Bahnbau beschäftigten Arbeiter, sie mögen von den Eisenbahndirektionen unmittelbar oder durch Entrepreneurs angestellt sein. Im letzteren Falle mufs in den betreffenden Entreprisekontrakten bestimmt werden, inwieweit die aus gegenwärtigen Vorschriften entspringende Verpflichtung auf den Entrepreneur übergeht, während überall die Eisenbahndirektion für deren Erfüllung verantwortlich bleibt. Insbesondere sind die Direktionen gehalten, den Entrepreneurs die Verpflichtung aufzulegen, dafs nur Bauaufsichtsbeamte von der § 9 ad i. bezeichneten Befähigung bestellt werden, von denen auch die § 9 ad k. erwähnten Arbeiterverzeichnisse an die Bahningenieure einzuliefern sind.

§ 25. Die Regierungen haben die Ausführung dieser Vorschriften zu überwachen. Die zu bestellenden Bauaufsichtsbeamten stehen rücksichtlich der durch gegenwärtige Verordnung ihnen übertragenen polizeilichen Funktionen zunächst unter der Aufsicht des betreffenden Landrats.

Soweit das Einschreiten der Lokalpolizeibehörden durch die bestehenden Gesetze nicht begründet ist, sind die Landräte zur Vollziehung der in dieser Verordnung enthaltenen polizeilichen Anordnungen befugt und verpflichtet; dieselben können sich aber, wenn die Baustellen von ihrem Wohnsitz zu entfernt sind, geeignete Polizeibehörden mit Genehmigung der vorgesetzten Regierung substituieren. Jede solche Substitution mufs in geeigneter Weise zur öffentlichen Kenntnis gebracht werden.

§ 26. Die vorstehenden Bestimmungen sollen auch auf andere öffentliche Bauausführungen (Kanal- und Chausseebauten etc.) Anwendung finden, welche von den Regierungen dazu geeignet befunden werden.

§ 27. Auf Handarbeiter, welche bei handwerksmäfsig auszuführenden Arbeiten beschäftigt werden, findet diese Verordnung keine Anwendung.

§ 28. Die Minister des Innern und der Finanzen haben die Behörden über die Ausführung dieser Verordnung mit der erforderlichen Anweisung zu versehen.

Urkundlich unter Unserer Höchsteigenhändigen Unterschrift und beigedrucktem königl. Insiegel.

Gegeben Charlottenburg, den 21. Dezember 1846.

(L. S.) gez. **Friedrich Wilhelm,** König von Preufsen.

v. Boyen. Mühler. Rother. Eichhorn. v. Thiele. v. Savigny. v. Bodelschwingh.
Gr. zu Stollberg. Uhden. Frhr. v. Canitz. v. Düesberg.

Da die den Arbeitern in Form von Wanderbüchern auszuhändigenden Arbeitskarten bei vielen der in Deutschland bestehenden Bahnverwaltungen einige zweckmäfsige Ergänzungen über die Arbeitsordnung und insbesondere über die Organisation der Schächte enthalten, so lassen wir hier statt des der Verordnung vom 21. Dez. 1846 beigefügten Schemas ein in neuerer Zeit mehrfach angewendetes folgen, dessen Inhalt speciellen Aufschlufs über verschiedene zu erfüllende Formalitäten und Mafsregeln gibt, deren weitere Besprechung hier daher unterbleiben kann.

. . . . **Eisenbahngesellschaft.**

. . . . . . Eisenbahn. . . te Abteilung.

Arbeitskarte No.

Der Arbeiter . . . . . . , alt . . . Jahre, ... Religion, aus . . . . . . Kreis . . . . Regierungsbezirk . . . . kann beim Bau der . . . . . Eisenbahn unter Anerkennung der nachstehenden Bedingungen in Arbeit treten.

. . . . , den ten 18

(L. S.) Der . . . . . .

Die Legitimationspapiere des vorgenannten Arbeiters, bestehend in . . . . unterm ten 18 von . . . . ausgestellt, in Empfang genommen und an die Polizeibehörde zu . . . . abgegeben.

. . . . . . , den ten 18 Der . . . . . .

Die Legitimation in Empfang genommen und steht der Zulassung des . . . . zu den Bauarbeiten kein polizeiliches Hindernis entgegen.

. . . . , den ten 18 Die Polizeibehörde.

	(Name des Schachtmeisters.)		(Name des Schachtmeisters.)
Eingetreten am	18	Eingetreten am	18 . . . .
Ausgetreten am	18	Ausgetreten am	18 . . . .
Eingetreten am	18	Eingetreten am	18 . . . .
Ausgetreten am	18	Ausgetreten am	18 . . . .
Eingetreten am	18	Eingetreten am	18 . . . .
Ausgetreten am	18	Ausgetreten am	18 . . . .

Der Arbeiter . . . . hat bis zum heutigen Tage bei mir gewohnt und hinterläſst bei seinem Abgange keine Schulden.

. . . . , den ten 18

Beglaubigt: Der Ortsvorstand. Der Quartiergeber.

Inhaber ist heute wegen . . . . entlassen und steht der Aushändigung der Legitimationspapiere nichts im Wege.

. . . . , den ten 18 Der

Die Legitimationspapiere dem Arbeiter . . . . ausgehändigt.

. . . . , den ten 18 Die Polizeibehörde.

Arbeitsbedingungen und Verhaltungsvorschriften.

I. Organisation der Schächte.

1. Derjenige Arbeiter, welcher Beschäftigung bei der Eisenbahn sucht, hat sich zuvörderst bei einem Schachtmeister zu melden, welcher, wenn der Schacht noch nicht vollzählig ist, ihm eine Bescheinigung ausstellt, daſs er Arbeit bekommen kann. Diese Bescheinigung zeigt der Arbeiter dem Bauaufseher vor und händigt demselben seine Legitimationspapiere gegen einen Vermerk in der Bescheinigung aus. Die Legitimationspapiere werden durch den Bauaufseher an das betreffende Baubureau zur Ausstellung einer Arbeitskarte und von dort an die Polizeibehörde zur Aufbewahrung befördert. Von der letzteren wird der nötige Vermerk in die Arbeitskarte gemacht und diese durch den Bauaufseher dem Arbeiter ausgehändigt, dagegen die Annahmebescheinigung des Schachtmeisters zurückgenommen.

Die allgemeinen Vorschriften dieser Arbeitskarte, welche in allen streitigen Fällen allein maſsgebend sind, müssen in Gegenwart des Bauaufsehers von dem Arbeiter zum Zeichen der Anerkennung eigenhändig unterschrieben werden. Jeder Arbeiter hat auſserdem die besonderen Vorschriften, welche die Bauverwaltung zur Sicherstellung eines geordneten Arbeitsbetriebes, sowie zur Vermeidung von Gefahr und Beschädigung auf der Baustelle durch Anschlag bekannt gemacht hat, pünktlich zu befolgen. Die Übertretung dieser Vorschriften wird mit Geldstrafen, die durch den vorgesetzten Baubeamten bis zum Betrage von 3 M. festzusetzen sind, geahndet werden.

Der Betrag dieser Strafen wird an die Krankenkasse abgeführt.

Die Arbeitskarte hat jeder Arbeiter, bei Vermeidung von 30 Pf. Strafe für jeden einzelnen Fall, stets bei sich zu führen.

Die Annahmebescheinigung der Schachtmeister ist nur, vom Tage der Ausstellung ab, auf 8 Tage gültig und hat der Arbeiter, falls ihm die Arbeitskarte innerhalb dieser Zeit nicht ausgehändigt wird, selbst die nötigen Schritte zur Erlangung derselben zu thun. — Wird bei stattfindender Revision eine Annahmebescheinigung gefunden, die älter ist als 8 Tage, so wird der betreffende Arbeiter für jeden Tag darüber mit 30 Pf. bestraft und von der Arbeit so lange entfernt, bis er die Arbeitskarte herbeigeschafft hat.

2. Werden die Legitimationspapiere nicht als genügend befunden oder stellt es sich heraus, daſs der sich meldende Arbeiter ungesund oder gar mit ansteckenden Krankheiten behaftet ist, so kann derselbe nicht zur Arbeit zugelassen werden.

3. Das eigenmächtige Übertreten von einem Schachte in den anderen ist nicht gestattet, und darf ein derartiges Wechseln nur stattfinden, wenn der Arbeiter dafür triftige Gründe anführen kann. Derselbe ist daher, bevor er in einen neuen Schacht eintritt, verpflichtet, dem Bauaufseher davon Anzeige zu machen und dann im Baubureau den auf der Arbeitskarte stehenden Namen des Schachtmeisters umschreiben zu lassen, nachdem er die Gründe des Wechselns angegeben hat. Wird ein Arbeiter mit einer Karte aus einem anderen Schachte betroffen, so wird er für jeden Tag seit seinem Übertritte mit 30 Pf. bestraft.

Will der Arbeiter dagegen ganz aus der Arbeit treten, so muſs er sich mit der Bescheinigung seines Wirtes, daſs er keine Schulden hinterläſst, auf dem Baubureau melden, wo ihm das Abgangs-

zeugnis in der Arbeitskarte ausgestellt wird, gegen dessen Vorzeigung ihm seine Legitimationspapiere von der Polizeibehörde wieder ausgehändigt werden.

Um möglichst zu verhindern, dafs Arbeiter unter Hinterlassung ihrer Legitimationspapiere und Zurücklassung von Schulden sich entfernen, so wird den betreffenden Ortsbehörden oder Landräten in vorkommenden Fällen sofort Anzeige davon gemacht werden, damit solche Arbeiter in Zukunft keine weiteren Legitimationen für auswärtige Arbeit erhalten. Dasselbe Verfahren wird beobachtet, wenn ein Arbeiter zur Strafe entlassen wird und auf dieser Bahn nicht wieder beschäftigt werden darf. Die Polizeibehörde bemerkt das Erforderliche auf der Legitimationsurkunde und gibt der Polizeibehörde des Heimatsortes des Arbeiters Nachricht.

4. Die zu einem Schachtverbande gehörigen Arbeiter sind verpflichtet, den Anordnungen ihres Schachtmeisters sowie der Aufsichtsbeamten, sowohl bei Ausführung der Arbeiten, als in Aufrechthaltung der Ruhe und Ordnung auf der Baustelle, ebenso den durch die Bauverwaltung, den Unternehmer oder die Polizeibehörde durch Anschlag auf der Baustelle zur Kenntnis gebrachten Verordnungen unbedingt Folge zu leisten. Dagegen Handelnde werden sofort von der Baustelle entfernt und unter Umständen dem Gerichte zur Bestrafung überwiesen. — Ebenso können Schachtverbände, welche die ihnen übertragene Arbeit nicht vorschriftsmäfsig betreiben oder bei welchen sonst Unordnungen vorkommen, von dem bauführenden Beamten, bezw. von dem Unternehmer, zu jeder Zeit aufgelöst werden.

In solchen Fällen, auch wenn Arbeiter aus anderen als den vorangegebenen Gründen entlassen werden oder freiwillig aus der Arbeit treten, erfolgt ihre Ablöhnung am nächsten gewöhnlichen Zahltage.

5. Bei den Accordarbeiten haben die Arbeiter eines jeden Schachtes aus ihrer Mitte zwei Mann zu wählen, welche gemeinschaftlich mit dem Schachtmeister für alle Angelegenheiten des Schachtes sowohl dem Aufsichtspersonal gegenüber, als für die richtige und fleifsige Beförderung der Arbeit, die richtige Führung der Tagesliste, sowie für die einem jeden Arbeiter gebührende richtige Zahlung zu sorgen haben. Die Wahl der beiden Vertrauensmänner oder Deputierten findet beim jedesmaligen Beginn eines Accordes unter Aufsicht des Bauaufsehers und ohne Teilnahme des Schachtmeisters statt und sind die Gewählten zur Annahme der Wahl verpflichtet.

6. Jeder Arbeiter hat eine starke Schippe, sowie eine Karrenhülfe selbst zu beschaffen und zu unterhalten. — Alle übrigen, dem einzelnen Arbeiter überwiesenen Arbeitsgeräte werden demselben in sein Arbeitsbuch speciell eingetragen und bleibt er für deren richtige Wiederablieferung mit seinem ganzen zu empfangenden Lohn verhaftet. Sind bei der Rückgabe die Gerätschaften nicht vollständig oder sind Veränderungen daran vorgenommen, so wird ohne Berücksichtigung jeder Entschuldigung der Kostenbetrag des Fehlenden, resp. der Wiederherstellung, bei der nächsten Zahlung vom Lohne einbehalten.

7. Durch Unterzeichnung dieses Arbeitsbuches unterwirft sich der Arbeiter den darin enthaltenen Bestimmungen unbedingt.

II. Arbeitsordnung.

8. Die Arbeiten werden, so weit irgend thunlich, in Accord ausgeführt; nur unter besonderen Umständen wird ausnahmsweise in Tagelohn gearbeitet.

In der Regel werden die Arbeiten einem Schachtmeister übertragen, welcher sich die zur Ausführung erforderlichen Leute wählt und solche so anzustellen hat, dafs eine den Vorschriften gemäfse, gut von statten gehende Arbeit erzielt wird.

Die Anzahl der von dem Schachtmeister anzunehmenden Arbeiter hängt jedesmal von der Gröfse und Ausdehnung der ihm übertragenen Arbeit ab und wird in den einzelnen Fällen von den Baubeamten, beziehungsweise von dem Unternehmer festgesetzt. Der Schachtmeister ist verpflichtet, den ihm in dieser Hinsicht erteilten Vorschriften pünktlich Folge zu leisten, widrigenfalls derselbe die überzähligen Arbeiter sofort zu entlassen und für jeden derselben eine Strafe von 1 M. zu entrichten hat.

9. Die Übertragung der Arbeiten findet entweder in der Art statt, dafs alle zu einem und demselben Schachtverbande gehörigen Arbeiter einen gleichen Anteil vom verdienten Lohn erhalten, oder aber in der Art, dafs dem Schachtmeister die Arbeit nach Schachtruten, den einzelnen Arbeitern jedoch von diesem wieder nach Waggons, Wipp- oder Handkarren verdungen wird. Die in dem letzteren Falle zu befolgende Ordnung wird auf den Bauplätzen durch Anschlag bekannt gemacht.

10. Der Schachtmeister erhält bei Übernahme der Arbeit einen Accordzettel, welcher die Bezeichnung der übernommenen Leistungen und die für deren untadelhafte Ausführung bedungenen Preise enthält; auch sind dem Accordzettel die dem Verdinge zu Grunde liegenden Bedingungen beigedruckt.

Erhalten die einzelnen Arbeiter ihren Lohn nach der Zahl der geförderten Waggons, Wipp- oder Handkarren, so werden in dem Accordzettel neben den Preisen, welche der Schachtmeister erhält, zugleich diejenigen aufgeführt, welche derselbe seinen Leuten zu zahlen verpflichtet ist.

Jeder Accordzettel wird doppelt ausgefertigt und von dem Schachtmeister und den beiden Deputierten, zum Zeichen, dafs sie mit dem Inhalte und den der Ausführung zu Grunde gelegten Bedingungen einverstanden sind, unterschrieben. Ein Exemplar bleibt im Verwahrsam der Bauverwaltung, bezw. des Unternehmers, während das andere dem Schachtmeister ausgehändigt wird.

Der Schachtmeister ist verpflichtet, gleich nach Empfang des Accordzettels denselben seinem Schachte vorzuzeigen und deutlich vorzulesen. Geschieht dies nicht innerhalb 24 Stunden nach Empfang des Accordzettels, so verfällt der Schachtmeister in eine Strafe von 15 M.

Jedem Mitarbeiter im Schachte steht allezeit die Einsicht des Accordzettels zu. Jeder Arbeiter, der nach Einsicht des Accordzettels noch einen Tag arbeitet, erklärt sich dadurch mit den gestellten Preisen und Bedingungen einverstanden.

11. Der Schacht ist verpflichtet, nach Mafsgabe der im Accordzettel aufgenommenen Bedingungen, sowie nach den Anweisungen der Aufsichtsbeamten, die Arbeiten richtig und vorschriftsmäfsig auszuführen. Wird aber durch alleiniges Verschulden des Schachtmeisters die Arbeit ordnungswidrig ausgeführt, sodafs eine Abänderung stattfinden mufs, so haftet er seinen Mitarbeitern für die vergebliche Arbeit, welche nicht bezahlt wird, mit dem ihm zustehenden Lohne und Schachtmeistergeld.

12. Zur Erzielung eines ordnungsmäfsigen Arbeitsbetriebes mufs die festgestellte Arbeitszeit pünktlich innegehalten werden; es darf daher kein Arbeiter später zur Arbeit kommen oder dieselbe früher verlassen. — Wer gegen diese Bestimmung handelt, verliert nicht nur den Lohn von mindestens einem Vierteltage, sondern verfällt aufserdem für jeden einzelnen Fall in eine Strafe von 30 Pf.

13. Arbeiter, welche länger als einen Tag von der Arbeit ausbleiben, ohne vorher dem Schachtmeister Anzeige gemacht zu haben, werden als ausgeschieden betrachtet und verlieren jeden Anspruch auf fernere Beschäftigung. Entschuldigungen finden nur in Krankheitsfällen statt oder bei unvermeidlichen Hindernissen, als gerichtlichen Vorladungen u. s. w., worüber vorkommenden Falls sich jeder glaubhaft auszuweisen hat.

14. Hat ein Schacht seinen Accord beendigt und erfolgt dessen Verlegung nach einer anderen Arbeitsstelle, so werden nur die Laufdielen auf Kosten der Bauverwaltung oder des Unternehmers transportiert, wogegen die Fortschaffung aller übrigen Gerätschaften bis zur neuen Arbeitsstelle dem Schachte obliegt.

15. Wird ein Schachtmeister aus irgend einer Veranlassung seitens der Bauverwaltung oder des Unternehmers entlassen, so haben die Arbeiter dem an seiner statt angestellten Schachtmeister dieselbe Folge zu leisten, die sie seinem Vorgänger schuldig waren.

III. Zahlungen.

16. Zahlung wird in der Regel alle 14 Tage geleistet, und zwar gegen Quittung der Schachtmeister und der beiden Deputierten.

Insofern die in Accord übernommene Arbeit bis zum Lohntage nicht beendigt ist, werden auf Grund einer überschläglichen Aufnahme und Berechnung Abschlagszahlungen im Verhältnis des Wertes der wirklich gefertigten Arbeit geleistet und diese Abschlagszahlungen jedes Mal auf dem Accordzettel bemerkt.

Wenn die Arbeiter jedoch nach der Anzahl der geförderten Karren u. s. w. bezahlt werden, so hat der Schachtmeister denselben ihren Lohn alle 14 Tage rein auszubezahlen und ist daher verpflichtet, die Arbeiten mit solcher Regelmäfsigkeit zu betreiben, dafs solche vor jedem Löhnungstage genau ausgemessen werden können.

17. Sofern nach § 9 die Arbeit dem ganzen Schachte dergestalt übertragen ist, dafs der verdiente Lohn unter sämtlichen Arbeitern, einschliefslich des Schachtmeisters und der Vorarbeiter, gleichmäfsig verteilt wird, so erhält der Schachtmeister von jeder Zahlung vorweg eine Zulage, welche unter dem Namen „Schachtmeistergeld“ in jedem speciellen Falle vom Abteilungsbaumeister festgesetzt wird. Ebenso erhalten die Vorarbeiter eine von demselben festzustellende Lohnzulage.

Ist dagegen die Arbeit dem Schachtmeister nach Schachtruten und den Leuten zugleich nach Karren u. s. w. verdungen, so darf der Schachtmeister weder für sich, noch für etwa gehaltene Vorarbeiter Abzüge machen, sondern ist verpflichtet, den Arbeitern die in dem Accordzettel angegebenen Preise unverkürzt zu gewähren.

18. Dem Schachtmeister wird bei jeder Zahlung ein besonderer Zettel eingehändigt, welcher den Betrag, sowie den Gegenstand nachweist, für welchen die Zahlung geleistet worden ist.

Diesen Zettel, welcher mit der Unterschrift des ausführenden Baubeamten oder Unternehmers versehen ist, hat der Schachtmeister bei Auslöhnung des Schachtes vorzulegen und auf Verlangen jedem einzelnen Arbeiter Einsicht zu gestatten.

19. In Wirtshäusern und Schenken dürfen seitens der Schachtmeister keine Auslöhnungen stattfinden, bei 6 M. Strafe für jeden einzelnen Fall.

20. Es soll den Arbeitern freigestellt werden, um ihren ersparten Lohn gegen Diebstahl oder sonstige Verluste zu sichern, denselben dem von der Bauverwaltung dazu bestellten Rendanten an jedem Zahltage zur Aufbewahrung zu übergeben; welcher darüber Quittung erteilt und den ihm behändigten Betrag auf Verlangen ganz oder teilweise gegen Aushändigung der Quittung kostenfrei zurückzuzahlen hat. Arbeiter, welche eine Ersparnis von dem verdienten Lohne ihrer Familie übersenden wollen, können sich, wie vor angegeben, durch Vermittelung des Rendanten hierzu der bewilligten Portofreiheit bedienen.

IV. Beschwerden.

21. Glauben einzelne Arbeiter sich in ihren Ansprüchen verletzt oder sonst Ursache zur Beschwerde zu haben, so steht ihnen das Recht zu, sich dieserhalb an den Bauaufseher oder dessen Vorgesetzten zu wenden; Beschwerden von ganzen Schächten dürfen nur durch die Deputierten im Beisein der Schachtmeister vorgebracht werden. Die Einmischung der übrigen Arbeiter wird als Tumult betrachtet, und werden in diesem Falle die dawider Handelnden, wie im § 4 bestimmt, mit Entlassung bestraft oder zur gerichtlichen Untersuchung gezogen.

22. Beschwerden, deren Veranlassung sich über 8 Tage zurückschreibt, werden nicht mehr angenommen; ebenso wenig können anonyme Anzeigen berücksichtigt werden.

V. Allgemeine Strafbestimmungen.

23. Hazardspiele, Trunkenheit, Anstiftung von Streit und Schlägerei sind auf das strengste verboten und werden die dabei Betroffenen sofort aus der Arbeit entlassen, von der Baustelle entfernt und zur gesetzlichen Bestrafung gebracht. Dasselbe haben diejenigen zu gewärtigen, welche Karren, Karrdiele oder sonstige Geräte aus einem anderen Schachte entwenden, um dieselben zu ihrer Arbeit zu benutzen.

24. Den Aufsehern und Schachtmeistern, wie deren Angehörigen ist jeder Schankverkehr oder Handel mit Bedürfnissen der Arbeiter, sowie den Schachtmeistern jedes Kreditgeben durch Lieferung von Bedürfnissen an dieselben, mit Ausnahme des baaren Geldes, bei 15 M. Strafe für jeden einzelnen Fall, untersagt.

VI. Krankenkasse.

25. Zum Beitritt verpflichtet sind sämtliche der Aufsicht der Bauverwaltung unterworfene Arbeiter, mögen sie im Dienste von Unternehmern oder in Regie arbeiten.

26. In Erkrankungsfällen haben die Mitglieder Anspruch auf die freie ärztliche Behandlung, freie Arznei und auf täglich 40 Pf. Verpflegungsgeld oder in geeigneten Fällen Aufnahme in eine Krankenanstalt und Verpflegung in derselben.

Bei Todesfällen werden die Beerdigungskosten aus der Krankenkasse bestritten. Dieselben dürfen jedoch den Betrag von 15 M. nicht übersteigen.

Inwiefern den Hinterbliebenen verunglückter und verstorbener Mitglieder Unterstützung gewährt werden kann, wird bei dem Vorhandensein hinreichender Fonds die Direktion bestimmen.

Auf längere Zeit als 14 Wochen hat kein Mitglied Anspruch auf Unterstützung aus der Krankenkasse.

Entlassene und freiwillig aus dem Arbeitsverhältnisse ausscheidende Mitglieder verlieren jeglichen Anspruch an die Kasse.

27. Die Krankenkasse wird aus den Beiträgen der Mitglieder gebildet. Dieselben werden vorläufig auf 6 Pf. von jedem Thaler des den Arbeitern gebührenden Lohnes festgesetzt; sie werden bei der Zahlung eingehalten und an die Kasse abgeführt.

Der Direktion bleibt vorbehalten, erforderlichen Falles eine Erhöhung dieses Satzes in Gemäfsheit der königl. Verordnung vom 21. Dezember 1846 eintreten zu lassen.

In Erkrankungsfällen haben die Arbeiter dem vorgesetzten Schachtmeister, resp. Bauaufseher sofort Anzeige zu erstatten. Dieser wird das weitere veranlassen.

Den Vorschriften des Arztes mufs prompt und unweigerlich Folge geleistet werden. Zuwiderhandlungen werden mit sofortiger Entlassung bestraft. Erheuchelung einer Krankheit wird ebenfalls mit sofortiger Entlassung bestraft.

28. Bestände, welche sich nach Vollendung der Arbeit in der Krankenkasse ergeben, werden nach Ermessen der unterzeichneten Direktion, zum Teil zu gunsten der beim Bau der . . . . Bahn verunglückten Arbeiter und deren Hinterbliebenen verwendet, zum Teil den für die . . . . Bahnstrecke zu errichtenden Krankenkassen der ständigen Bahn- und Bahnhofsarbeiter überwiesen.

. . . . . . , den . . . . . .

Die Direktion der . . . . Eisenbahngesellschaft.

Die Anerkennung der vorstehenden Bestimmungen wird von mir bescheinigt.[17])

[17]) Für den Fall, dafs der Arbeiter nicht schreiben kann, hat derselbe in Gegenwart eines Zeugen zu unterkreuzen.



Nachfolgende Gerätschaften, für deren richtige Zurückgabe ich mit meinem Lohn hafte, erhalten zu haben, bescheinige ich hierdurch

. . . . . . , am ten 18 . . . .

Ersparnisse,

dem Rendanten . . . . übergeben.

Datum der Einzahlung.	Betrag.		Quittung des Rendanten.
	Mark	Pf.	

Die Sorge für das Unterkommen und die Verpflegung der Arbeiter pflegt an die Bauverwaltung (resp. den Unternehmer) in der Regel nur da heranzutreten, wo die Bauten in unwirtsamen einsamen Gegenden auszuführen ist, oder wo so bedeutende Arbeiteranhäufungen stattfinden, dafs die Leute in den naheliegenden Ortschaften nicht unterzubringen sind. Unter normalen Verhältnissen wird der Arbeiter am liebsten über sein Quartier selbst bestimmen und die Einmischung der Bauverwaltung nicht wünschen. Hinsichtlich der Arbeiterhütten und Kasernen, welche in Fällen der bezeichneten Art erforderlich werden, kann auf das im § 3 des vorerwähnten Kapitels Mitgeteilte verwiesen werden.

Anstalten zur Verpflegung der Arbeiter, zur Beschaffung billiger Lebensmittel, treten ebenfalls nicht selten als ein Bedürfnis auf, welches durch Einrichtung gröfserer Speiseküchen oder um den einzelnen Arbeitern die Möglichkeit zu geben, die Nahrungsmittel sich selbst zuzubereiten, durch Einführung von Verkaufslokalen, wo gesunde unverfälschte Nahrungsmittel gegen feste Taxen verabfolgt werden, zu befriedigen ist.

Allgemein ist es freilich rätlich, dafs die Organe der Bauverwaltung sich möglichst wenig, nur da um die materielle Verpflegung der Arbeiter kümmern, wo zwingende Gründe dafür vorliegen.

Einer strengen Verpflichtung aber zur Pflege der Gesundheit und zur Einführung von Vorsichtsmafsregeln gegen Epidemien, zur Einrichtung von Lazaretten und einer geregelten Krankenpflege wird die Bauverwaltung unter allen Umständen sich bewufst sein müssen, weil in diesen Punkten die unteren Volksschichten bekanntlich noch sehr der Vormundschaft bedürfen.

Durch die bereits mitgeteilte Verordnung vom 21. Dezember 1846 sind in Preufsen die Grundsätze festgestellt, nach welchen die Einrichtung der Krankenkasse zu geschehen hat. Die Verhältnisse der Arbeiter zu diesen Kassen, ihre Rechte und Pflichten sind in der Arbeitskarte sub. VI angeführt.

Die Ärzte, mit welchen über die Behandlung der Arbeiter Verträge abgeschlossen werden, pflegen durch diese verpflichtet zu werden:

wöchentlich mindestens zweimal alle auf der betreffenden Strecke einzurichtenden Krankenanmeldezimmer zu besuchen;

daselbst alle nötigen Anordnungen rücksichtlich der anwesenden Kranken zu treffen, namentlich Rezepte zu verschreiben, leichte chirurgische Dienste zu leisten, zu bestimmen, ob Kranke in ein Krankenhaus zu bringen sind, die Krankenzettel auszuschreiben u. dergl.;

Schwerkranke, die nicht im Lazarett untergebracht werden, in ihren Wohnungen zu besuchen und zu behandeln, wobei jedoch im allgemeinen vorausgesetzt

wird, dafs die Wohnungen nicht weiter als 1 Meile (= 7,5 km) von dem Wohnorte des Arztes entfernt sind;

eine Sprechstunde festzusetzen, in welcher dieselben täglich in ihrem Wohnort Besuche der Eisenbahnarbeiter annehmen;

bei aufsergewöhnlichen Vorkommnissen auf die Mitteilung eines Baubeamten auch aufser den gewöhnlichen Besuchstagen sich sofort an Ort und Stelle zu begeben, in Behinderungsfällen mit dem benachbarten Eisenbahnarzte sich gegenseitig zu unterstützen;

ein Krankendiarium zu führen und quartaliter Auszüge aus demselben einzureichen;

die von den Apothekern eingereichten Rechnungen zu prüfen und deren Richtigkeit zu bescheinigen;

überall das finanzielle Interesse des Krankeninstituts zu wahren und diejenigen Anordnungen in Vorschlag und in Ausführung zu bringen, welche zur Erreichung einer möglichst zweckmäfsigen und billigen Krankenpflege dienlich sind.

Die Verwaltung der Krankenkasse steht unter der Oberleitung der Direktion und wird in der Regel von dem Abteilungsbaumeister unter Beistand des Arztes und des Rendanten wahrgenommen.

Litteratur.

Etzel. Organisation des Baudienstes bei der schweizerischen Centralbahn.

Etzel. Bedingungsheft für die Vergebung von Bauarbeiten der k. k. priv. Franz-Joseph Eisenbahn. 1859.

Henz. Anleitung zum Erdbau. 3. Aufl., bearbeitet von Streckert. Berlin 1874.

Plefsner. Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen. 3. Aufl. Berlin 1874.

Goschler. Traité pratique de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer.

Nördling. Compagnie du chemin de fer d'Orléans. Comptes rendus statistiques. Paris 1866—69.

Hellwag. Bericht über den Bau und den Bestand der k. k. priv. österreichischen Nordwestbahn. 1873.

Hellwag. Die Gotthardbahn (Bericht über die Bahnachse und das Längenprofil derselben). 1876.

Rziha. Eisenbahn-Unter- und Oberbau. Wien 1876.

Funk. Mitteilungen über den Bau der Venlo-Hamburger Eisenbahn auf der Strecke von Wesel nach Harburg und der Anschlufsbahn von Wanne nach Haltern und der Verbindungsbahn von Dreye nach Sagehorn. 1873.

Deutsche Bauzeitung, Jahrgänge 1875 und 1876, 1878 bis 1882. Verschiedene Artikel über Submissionsverfahren und Vergebung von Bauausführungen.

Denkschrift des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine „Über die Vergebung von Bauarbeiten und Bauaccorde". 1877.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, herausgegeben von Heusinger v. Waldegg. 5. Supplementband. 1875. Referat über die Frage A, 29.



Alphabetisches Sachregister.

Druck von Rud. Bechtold & Comp., Wiesbaden.

Atlas

zum

Handbuch

über

Vorarbeiten, Erd-, Strassen-, Grund- und Tunnelbau.

Erste Abteilung.

Zweite vermehrte Auflage.

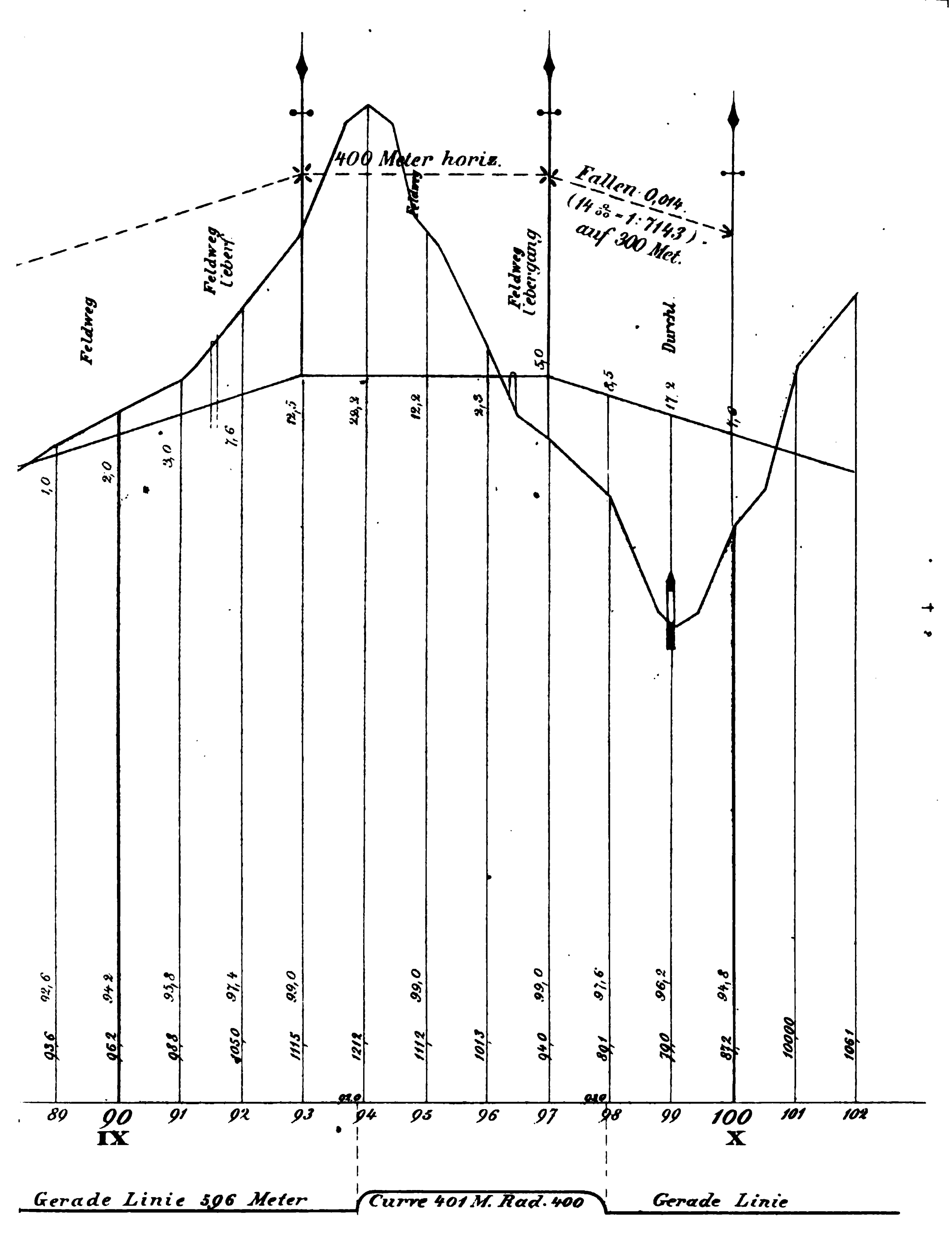
Inhalt.

Vorarbeiten.

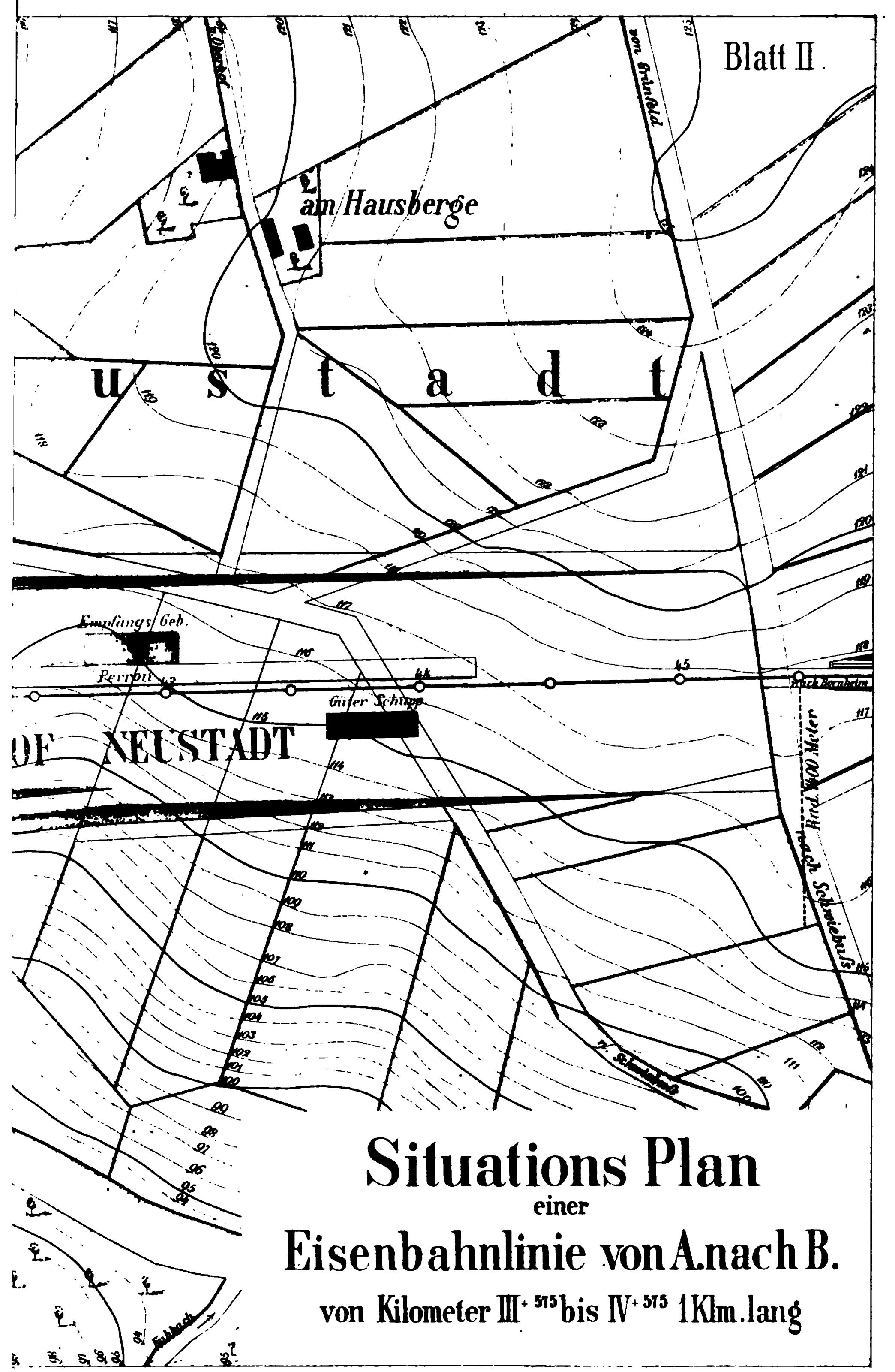
Erdbau.

nach Bauendorf
nach Rittersdorf
nach Rittersdorf
m Räuenhof
Kallen Bach
nach Mohrenheim
Wiesenmühle
Buschmühle
nach Kalkberg
nach Rittersdorf
am Jägerhof
am Siepen
Kalkberg
nach
berg
Bleiberg

Verlag v. W Engelmann, Leipzig.



Verlag v. W Engelmann, Leipzig.



Verlag v W. Engelmann Leipzig

Horizontal auf 600 m.

163 m

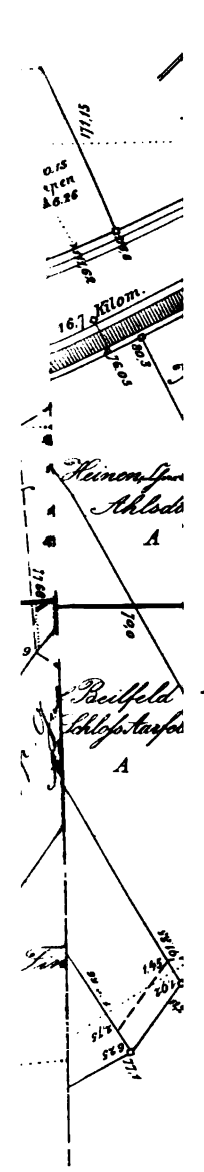
1171,79 Klm.

15

L

3,6

905000.



rte

eisterei

1

20
2

sdorf

16.3

2

achtung

18 19

Graf Beilfeld

zu Schl. Aarfeld

Ripp

sdorf 266

Wo

Gra

- Ackerl

- Gärten

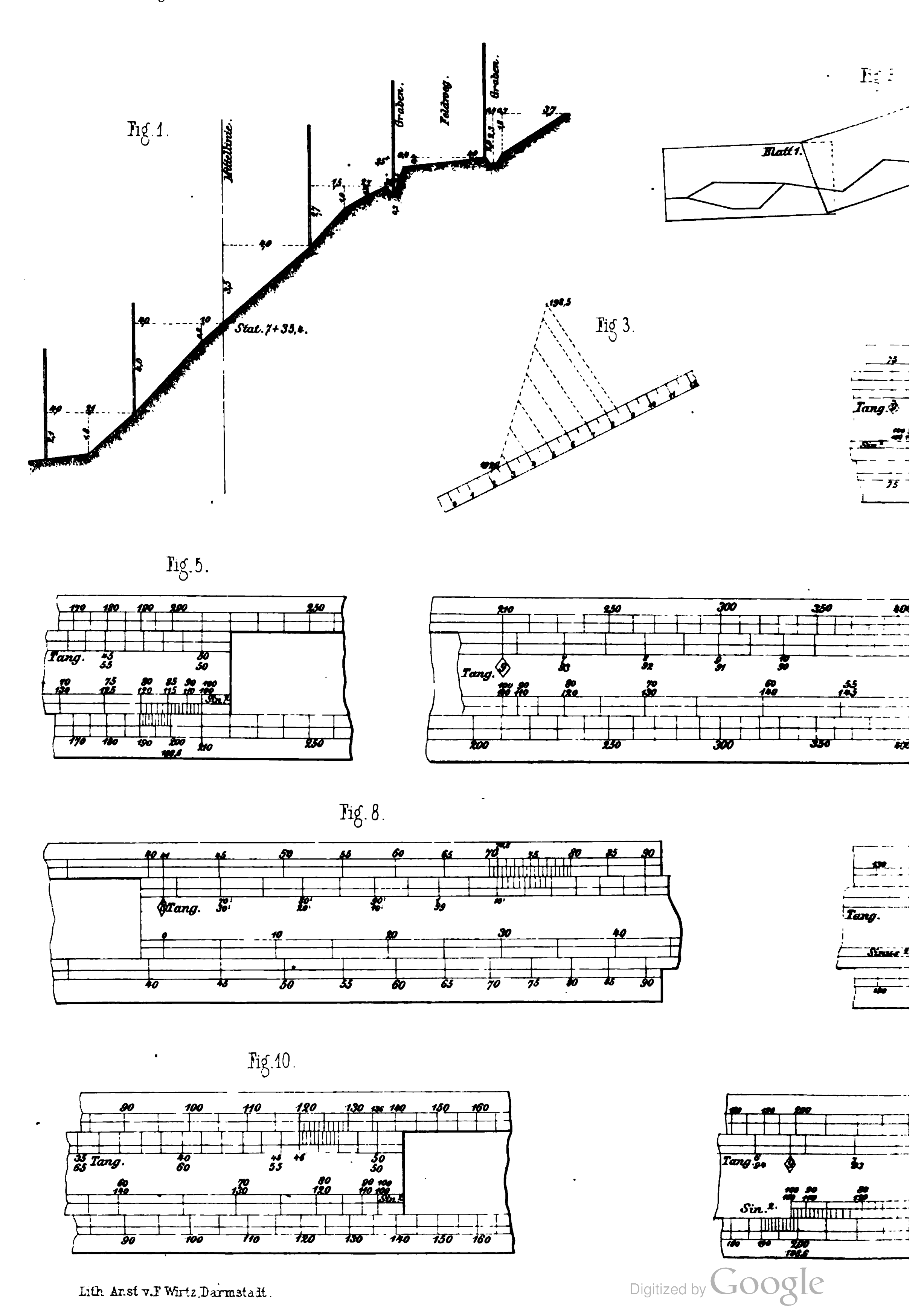
- Wiese

- Holzun

- lebende

- Zäune

Lith.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Blatt 3.

Fig. 4.

Fig. 7.

Fig. 12.

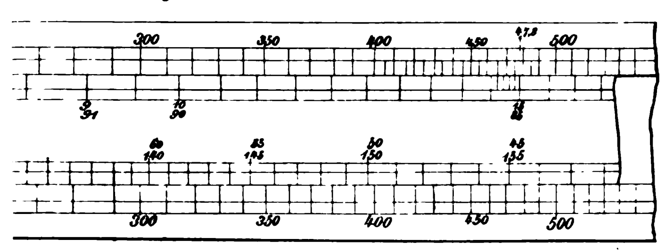
Fig. 6.

Fig. 13.

Fig. 9

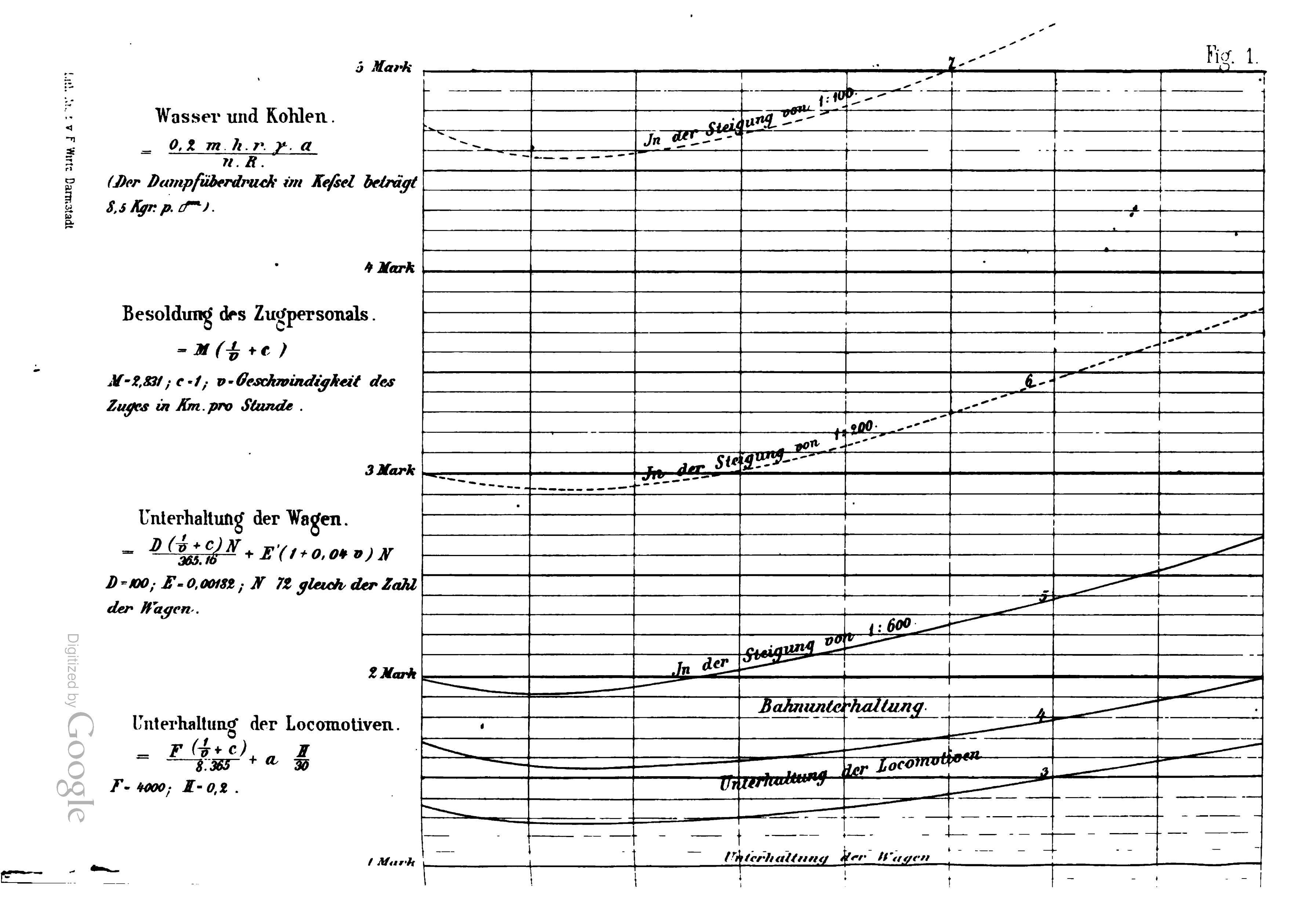
Fig. 14.

Fig. 11.

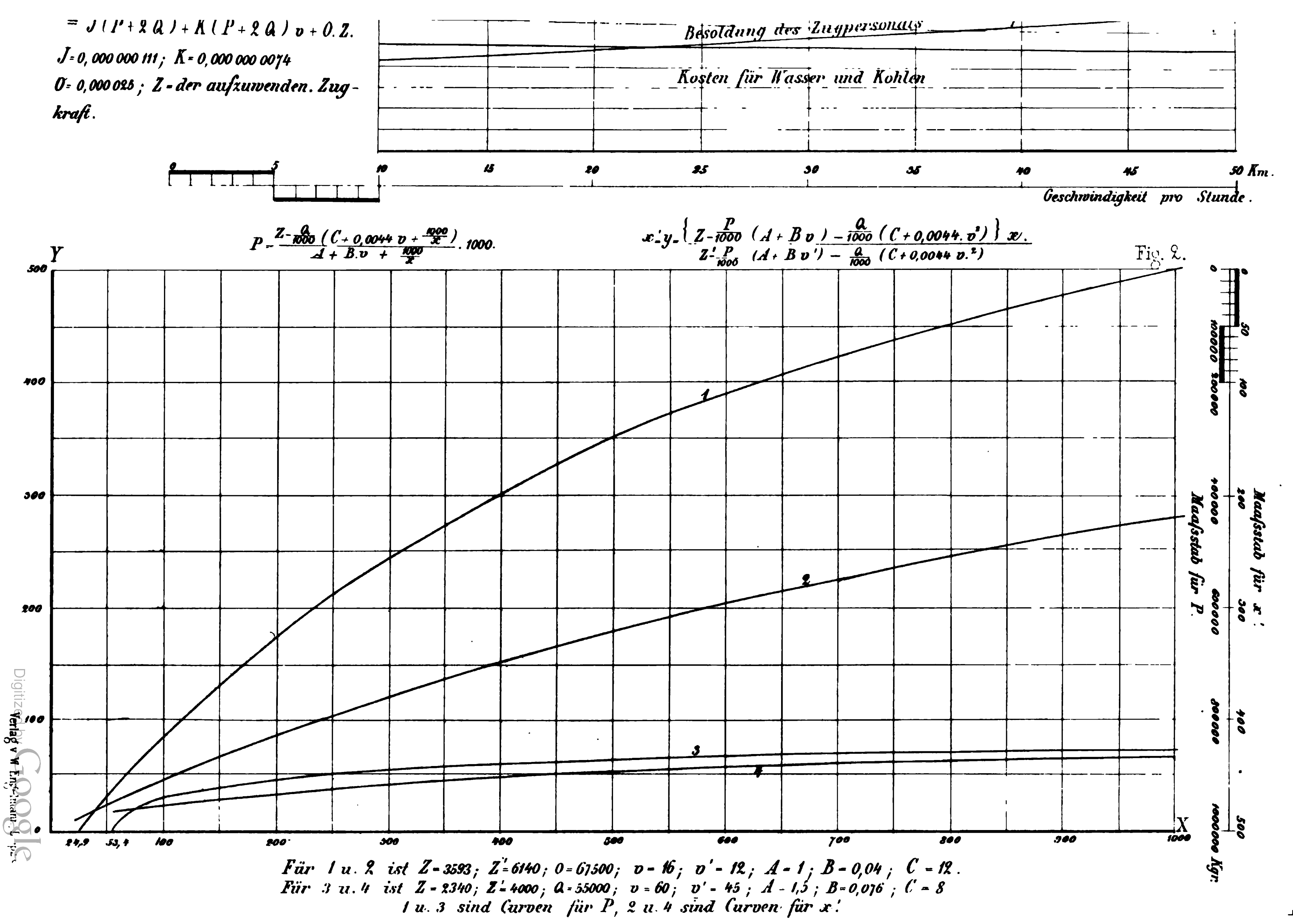




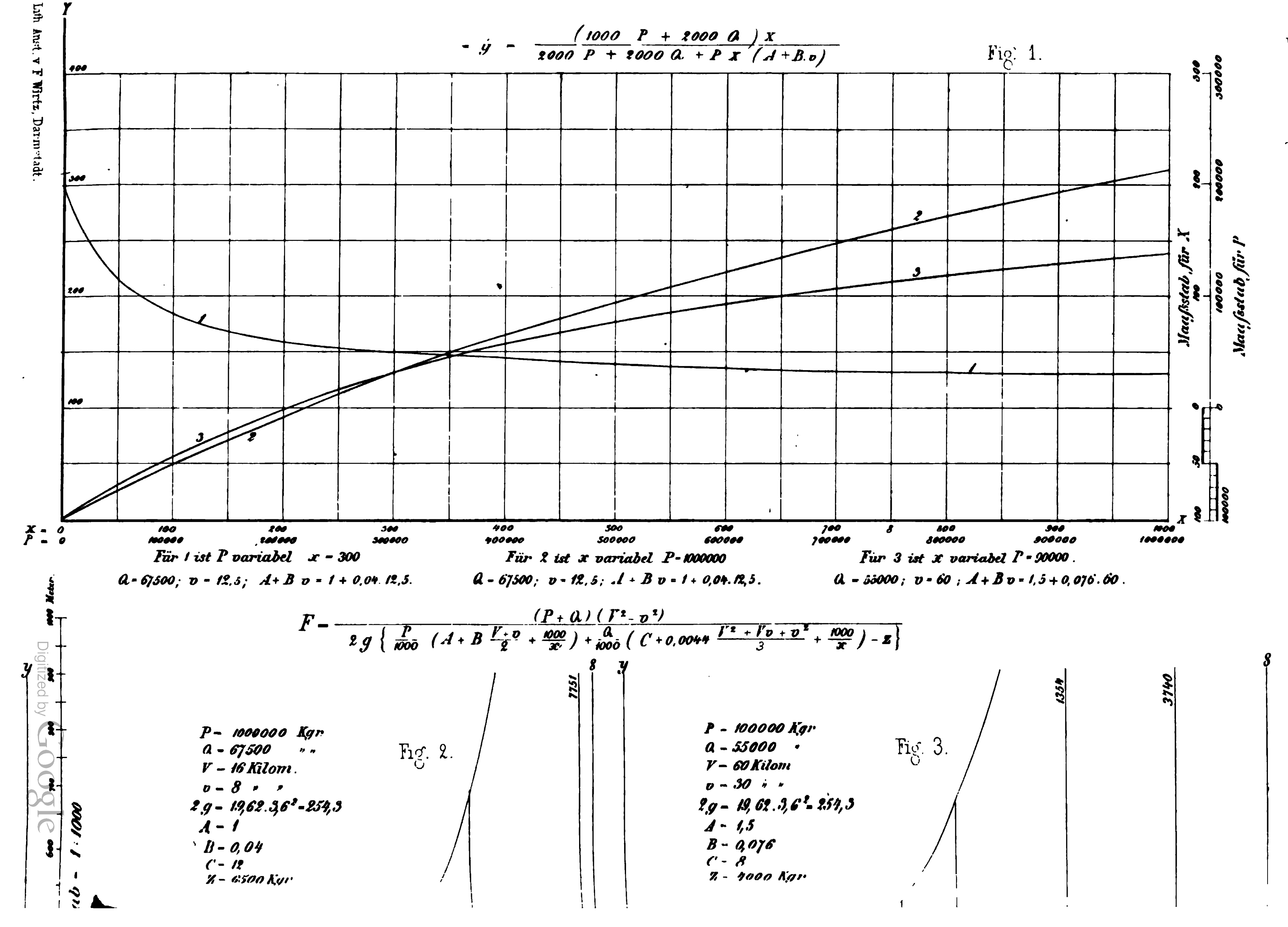
Verlag v W Engelmann, Leipzig



Lith. Anst. v. F. Wirtz Darmstadt



Verlag v. W. Engelmann, Leipzig



Lith Anst. v F Wirtz, Darmstadt.

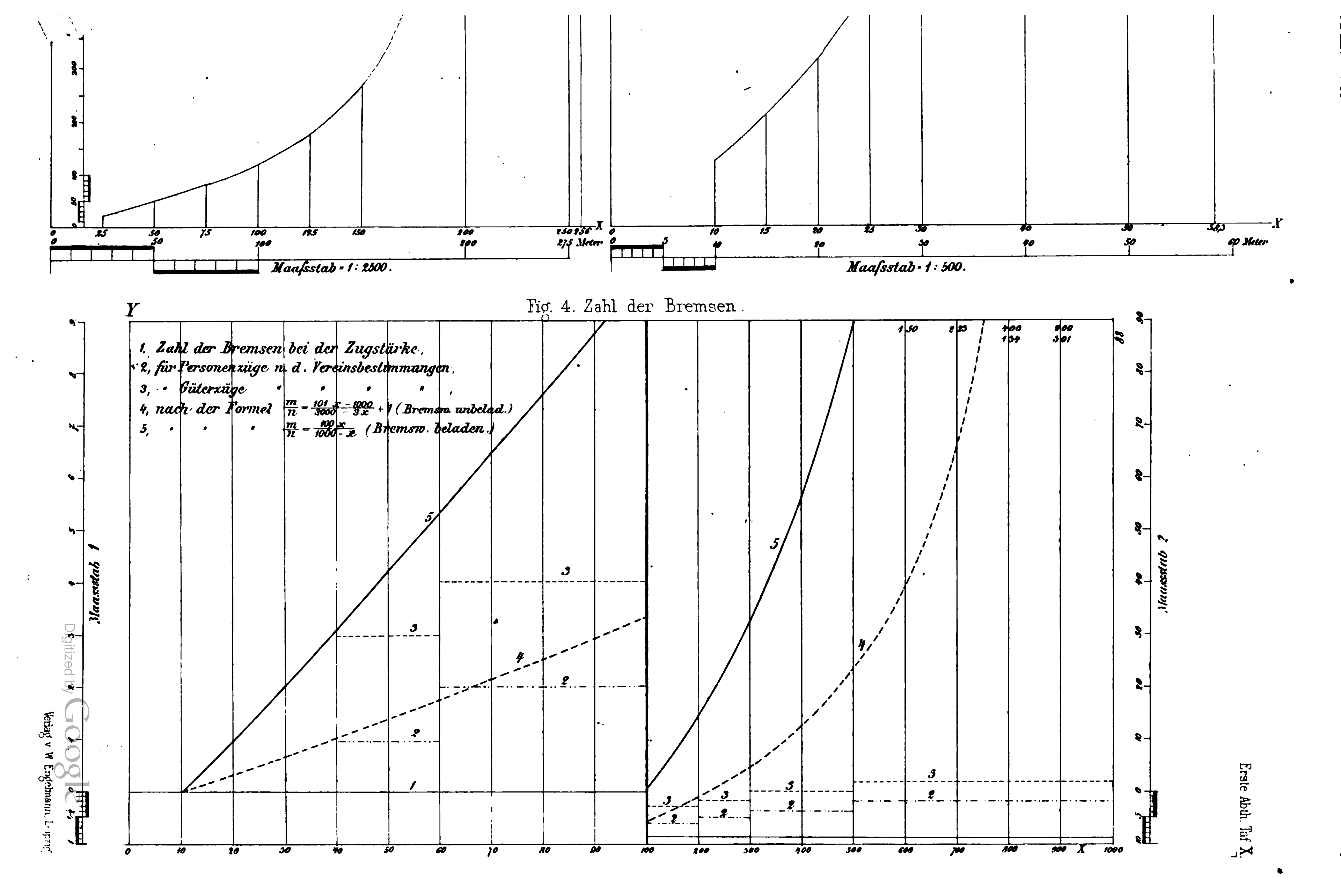
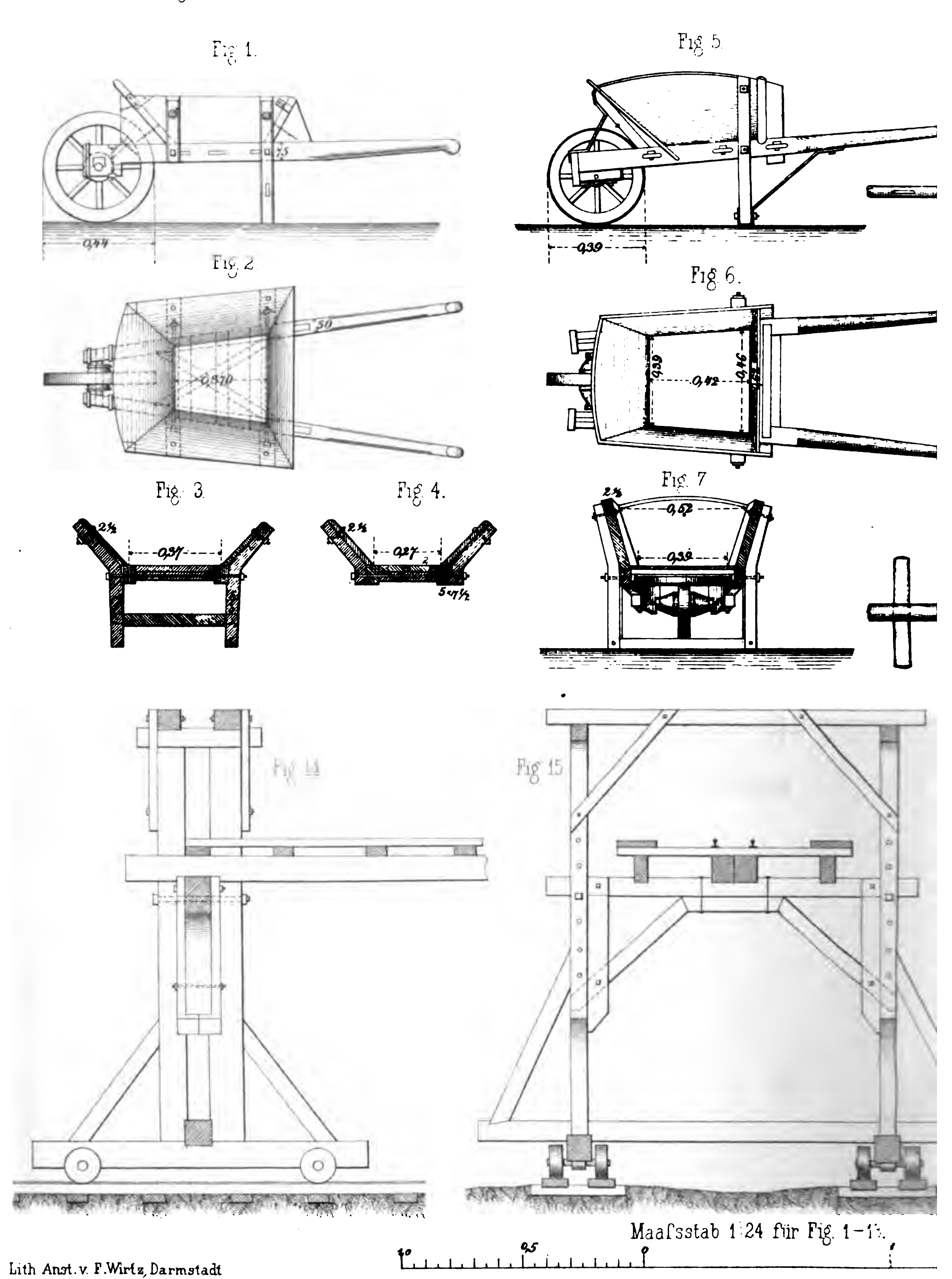
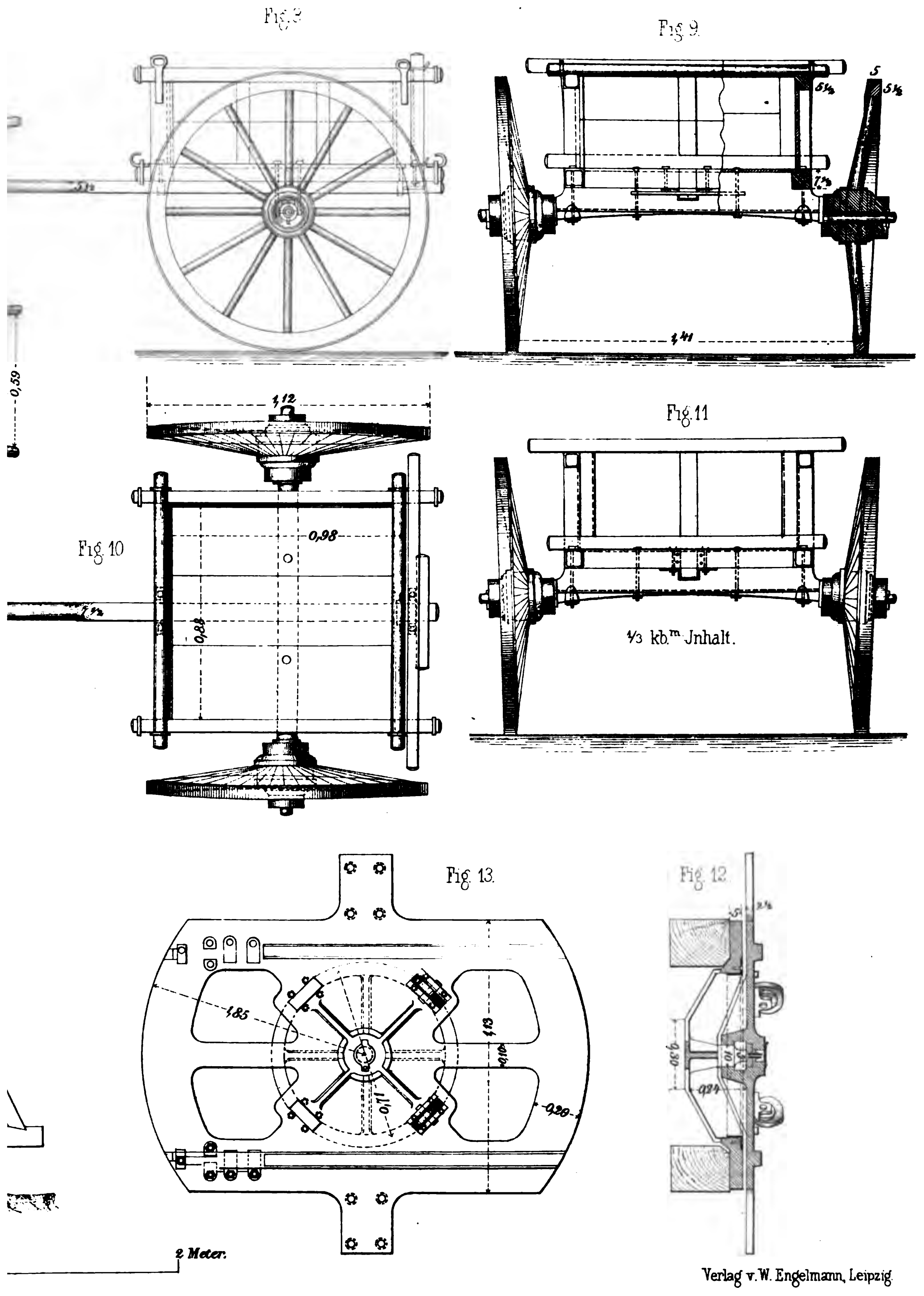


Fig. 4. Zahl der Bremsen.

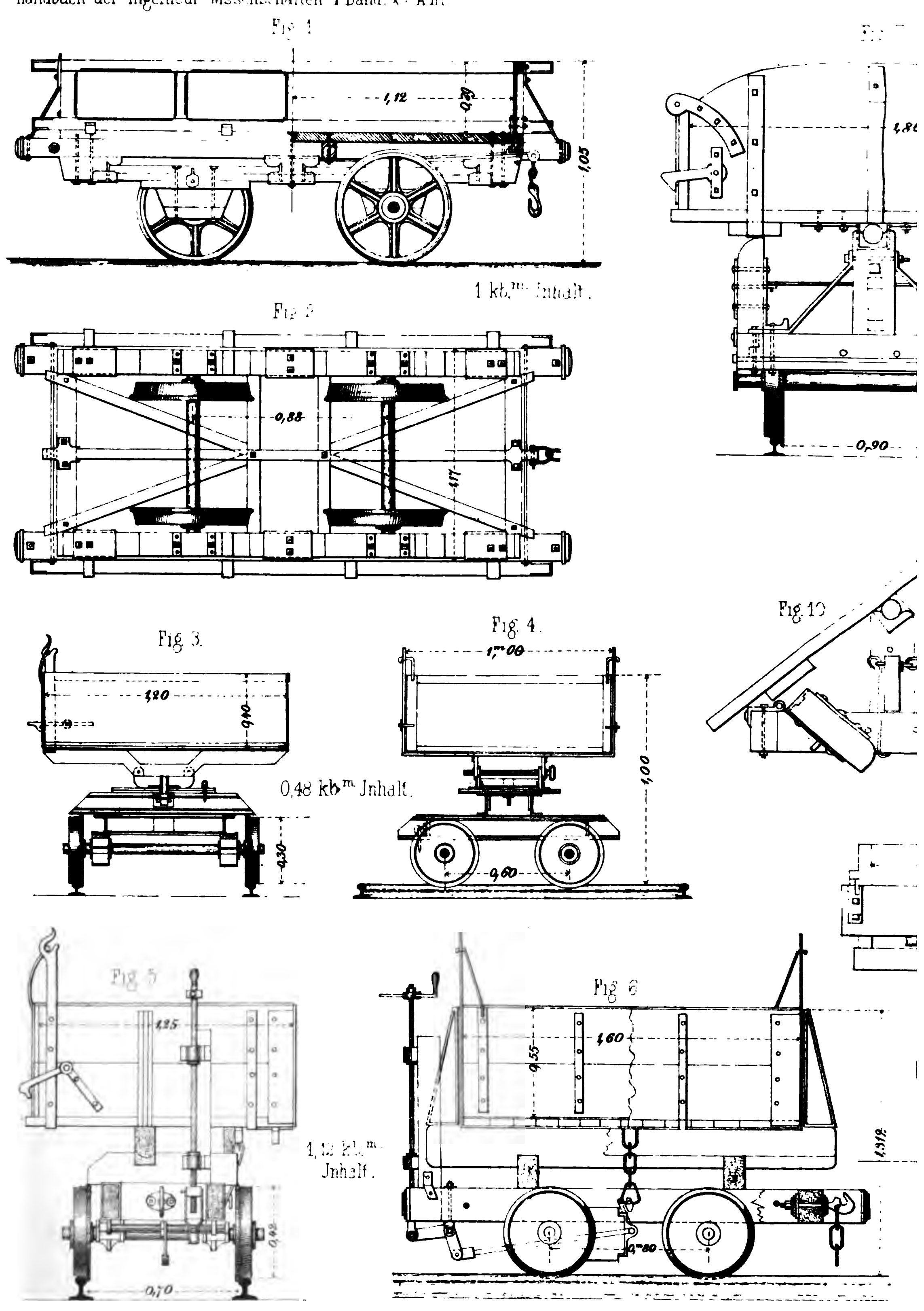
Verlag v. W. Engelmann, Leipzig.



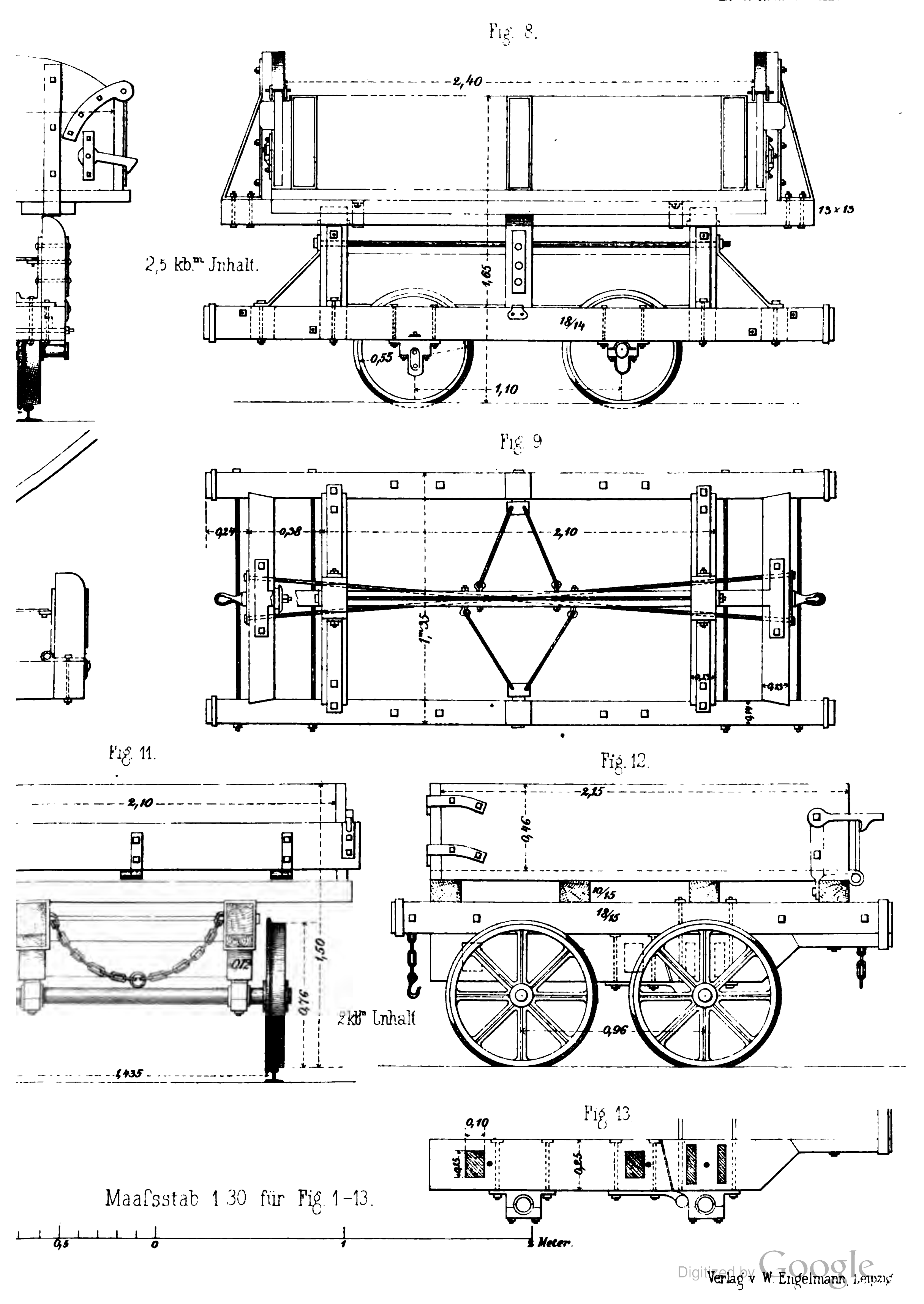
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt



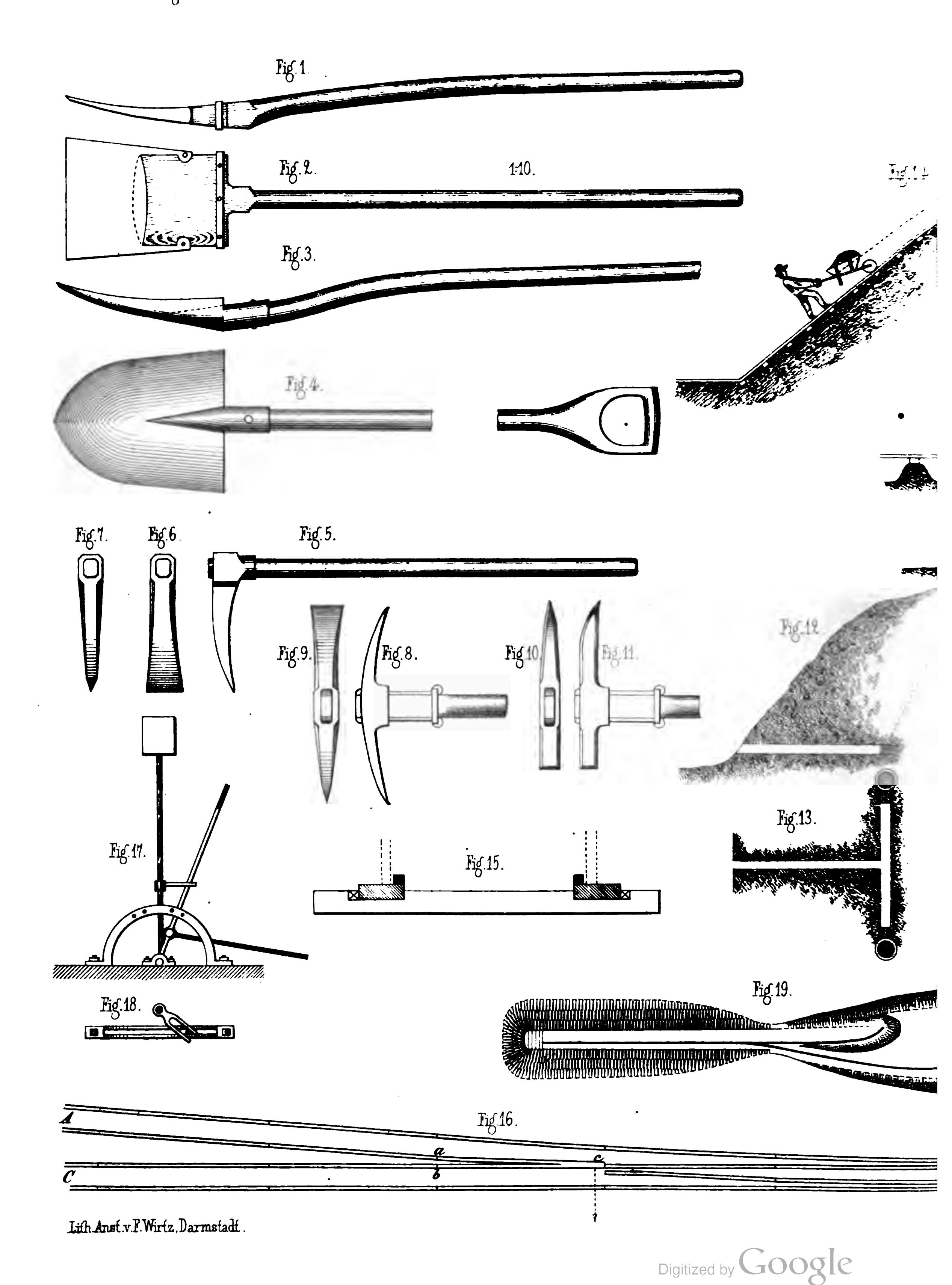
Verlag v. W. Engelmann, Leipzig.



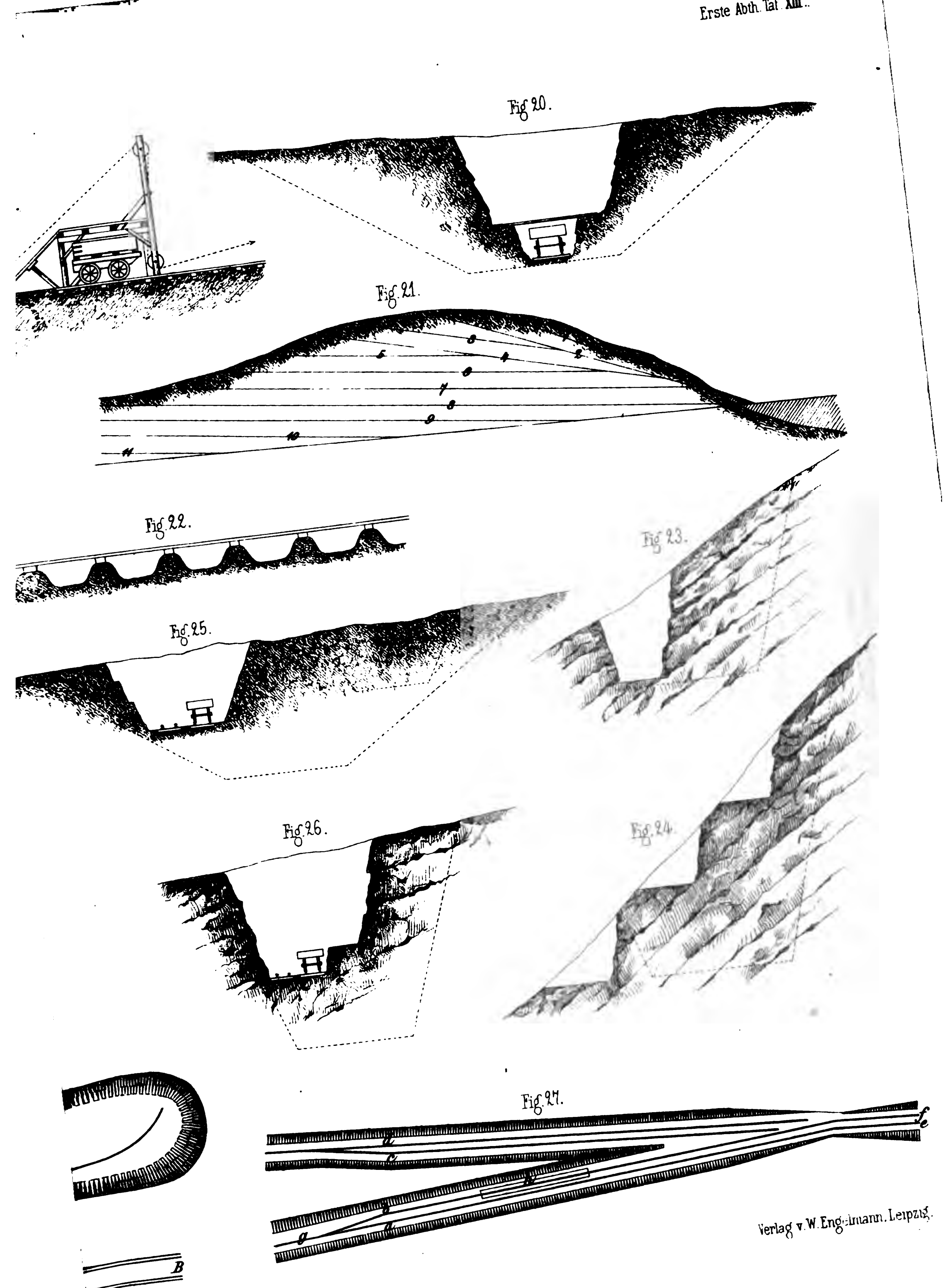
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



Verlag v. W. Engelmann, Leipzig

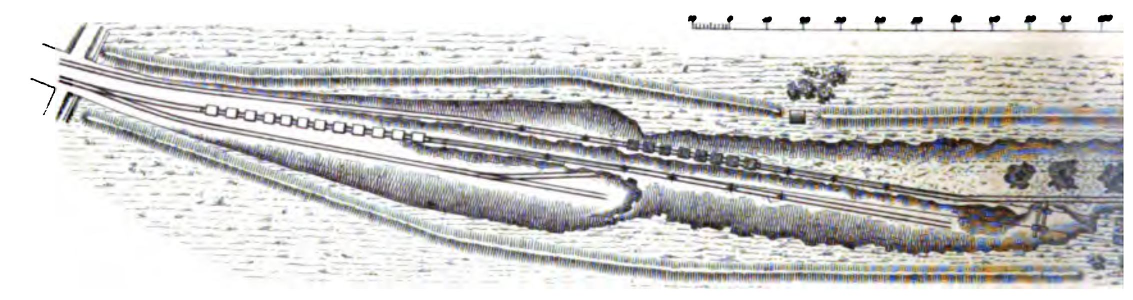


Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



Verlag v. W. Engelmann. Leipzig.





Schienenlage für den Seilbetr…

Gleis für Steintransport

Brücke

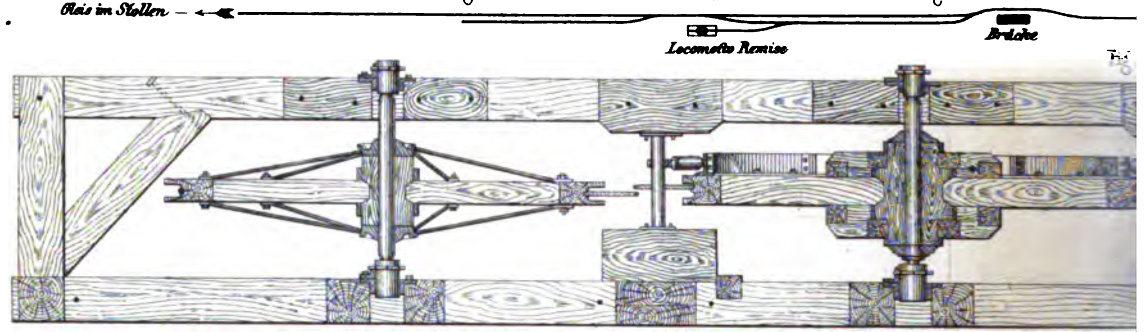
Maassstab für die Schienenlagen 1:5000.

Schienenlage für den Locomotivbetrieb

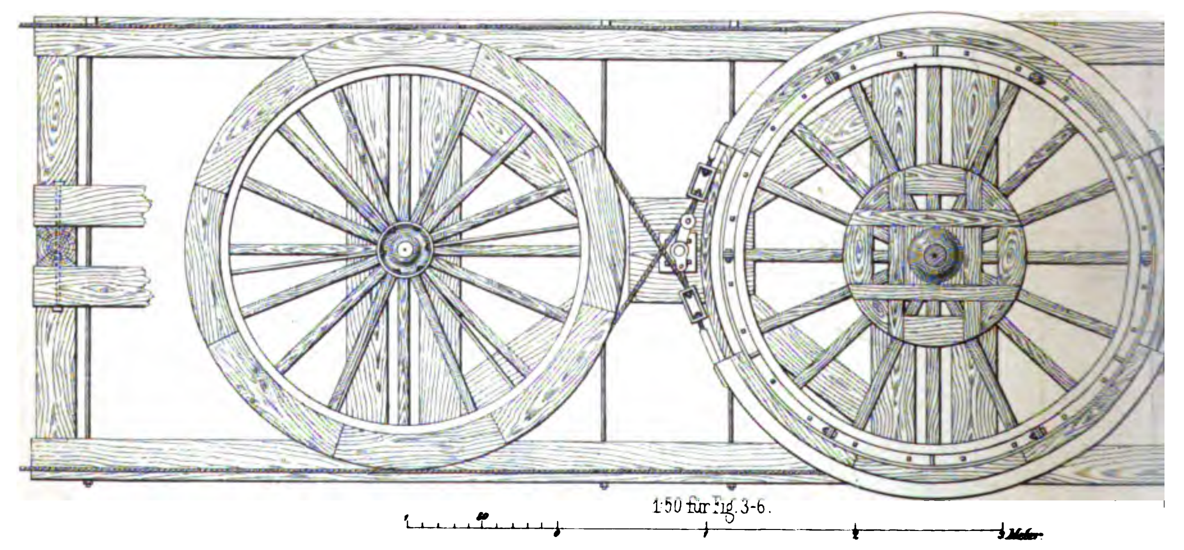
Gleis im Stollen

Locomotiv Remise

Brücke



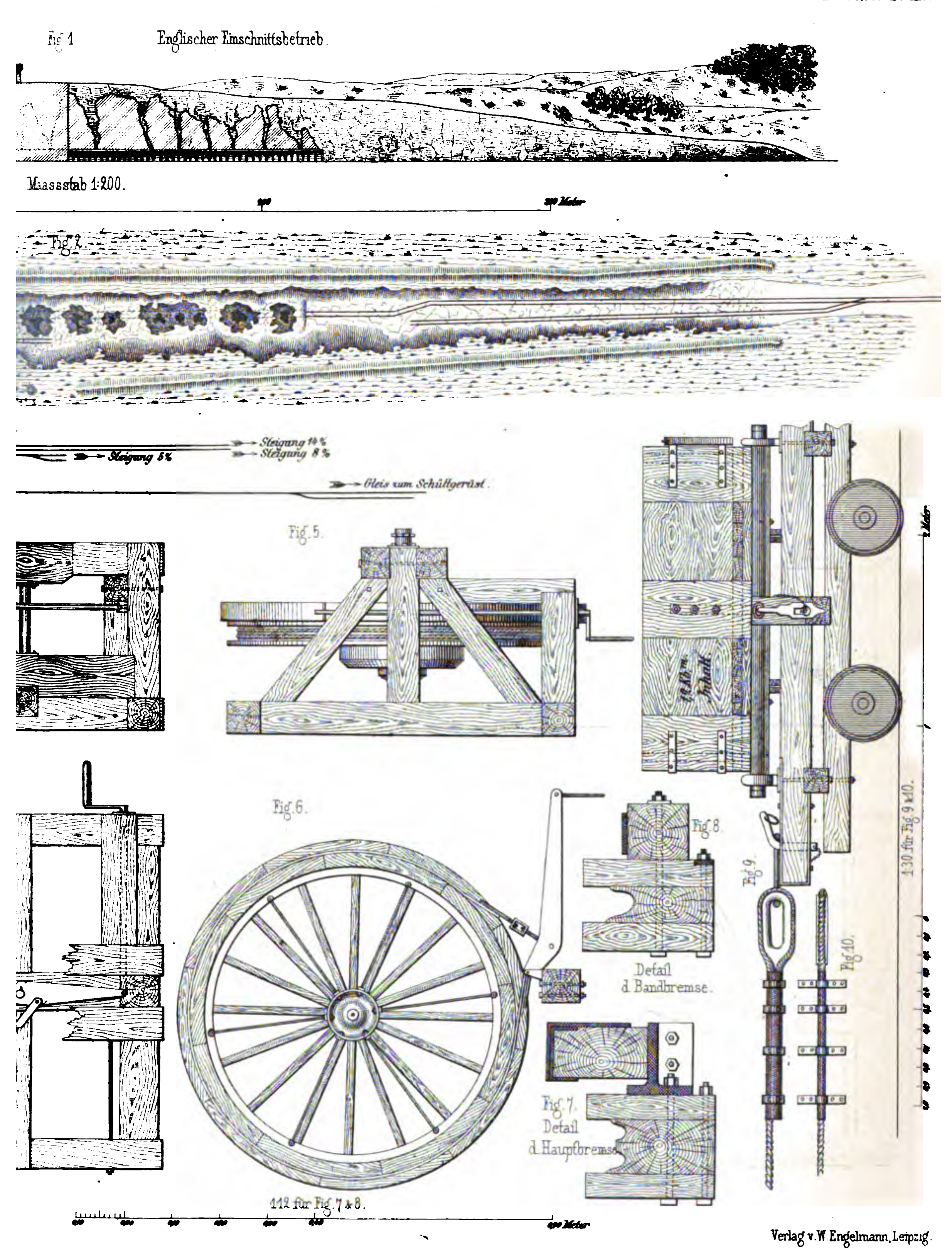
Bremsapparat.



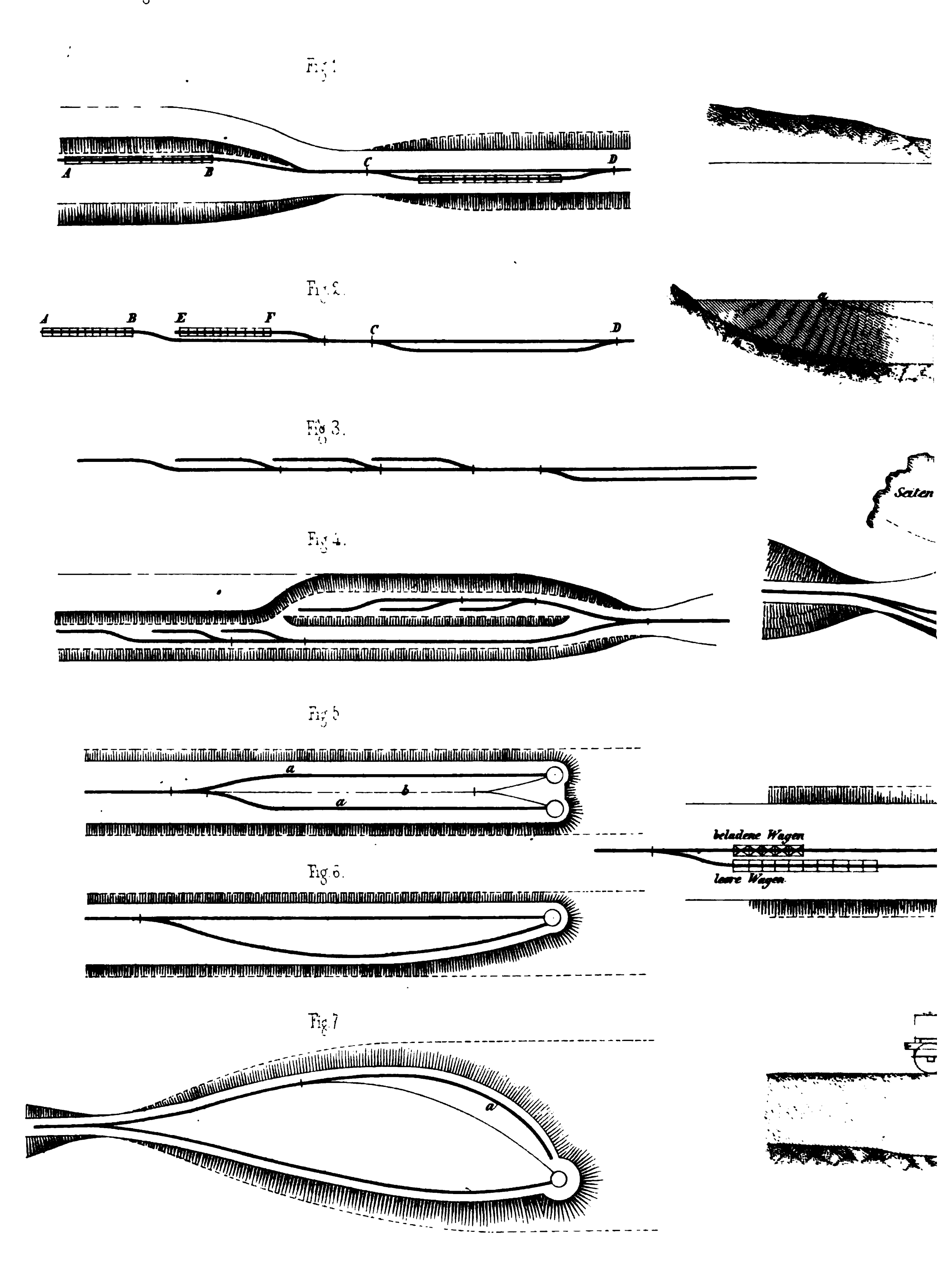
1:50 für Fig. 3-6.

1 Meter.

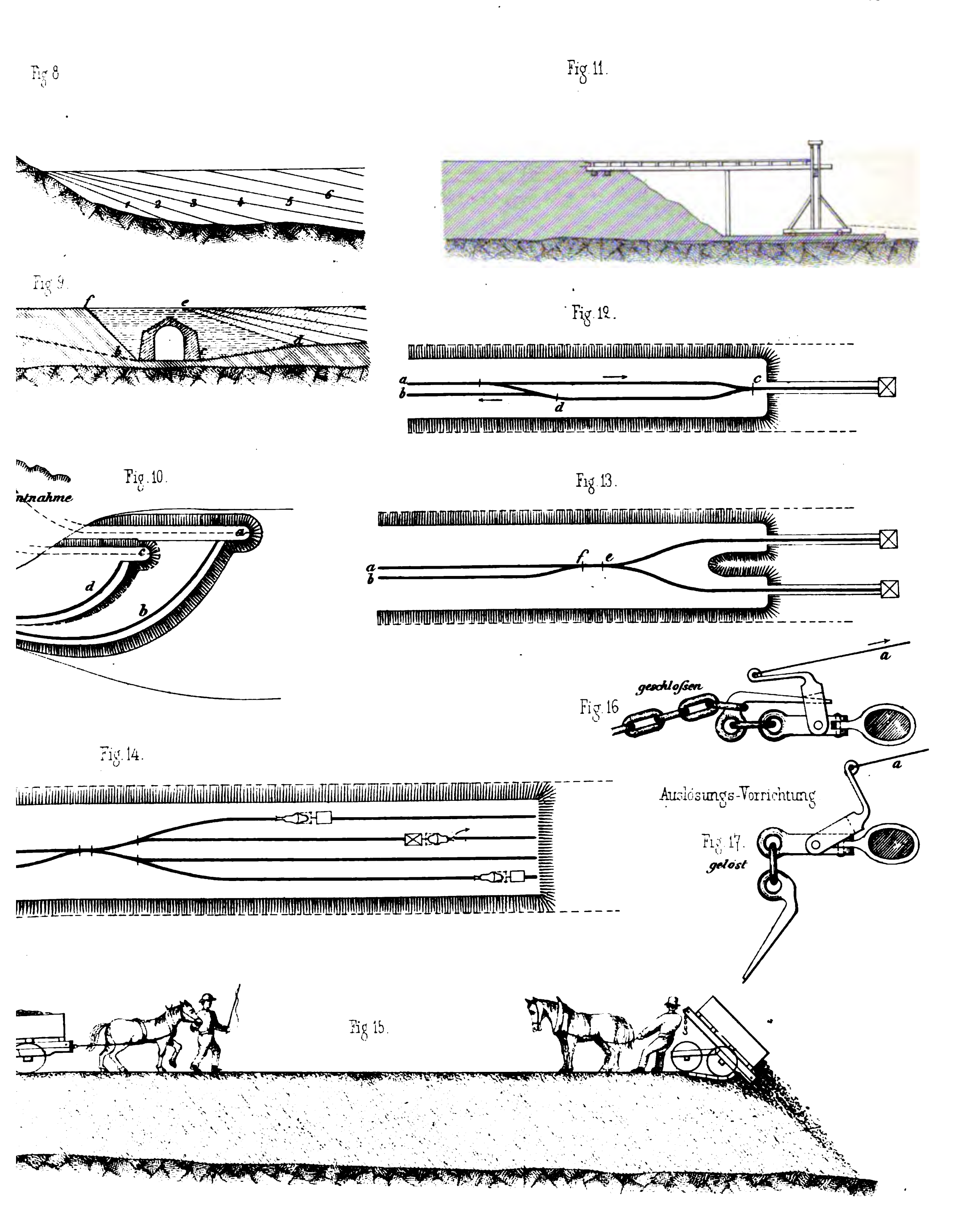
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



Verlag v. W. Engelmann, Leipzig.



Lith. Anst. v. F. Wirtz Darmstadt



Verlag v. W. Engelmann, Leipzig

N . . . . r

Eisenbahn

Abtheilung I

Section I–III.

Bildliche Darstellung des Baues.

Maasstäbe:
1: 40000 f. d. Längen
0 500 1000 2000 m
1: 2000 f. d. Höhen
0 10 20 30 40 50 100

Flur Ahausen | Flur Oberndo…

Röhrendurchlass 0,30 m w.
Gewölb. Wegeunterführung 4,3 m w. 4,8 m hoch.
Aa-Viaduct. 6 Oeffnungen à 19 m.
Wegeüberführung m. Eisenconst.
Gew. Wegeüberführung 8 m br.
Niveau-Uebergang 5 m br.
Niveau-Uebergang 7 m br.
Röhrendurchlass 0,15 m w.
Gew. Durchlass 2,0 m w 2,5 m hoch.
Gew. Wegunterführung 4,7 m w 5 m hoch
Niveau-Uebergang 7 m br.

500 m h. | 725 m h. | 1400,47 m Steigen 1:100 | 1303 m hor.

242,50 | 242,50 | 242,50 | 242,50 | 243,75 | 248,17 | 253,19 | 256,50 | 256,50 | 256,50 | 256,50

237,75 | 236,93 | 229,74 | 226,80 | 243,01 | 256,38 | 258,81 | 251,10 | 258,71

Horizontale – 150 m über 0 des Amsterd. Pegels

0 5 10 15 20 25 30 35 40

12+20 13+57

Grunderwerb, Angriff gestattet				
Erdarbeiten				
Bettung				
Oberbau				
Fertige Bahn.				

Arbeitsbericht f…

	Erdarbeiten				
	Loos I. St. $\frac{0}{12}$	Loos II. St. —	Loos III. St. —	Loos IV. St. —	Loos V. St. —
Im Ganzen sind auszuführen.					
Nach dem letzten Bericht beschafft					
Im Monate sind hinzugekommen					
Summe bis Ende dieses Monats					
Mithin bleiben noch auszuführen.					

Lith. v. F. Wirtz, Darmstadt

ction I-12000 Meter lang.

	Flur Taubach	Flur Zeltingen	Flur

Gew. Wegeunterführung 4,7m w. 4,5m weit
Plattendurchlass 0,5m w. 0,9m hoch
Gew. Wegeüberführung 5m br.
Plattendurchlass 0,6m w. 0,9m hoch
Plattendurchlass 0,6m w. 0,9m hoch
Niveau-Übergang 7m br.
Wegeunterführung m. eisernem Oberb. 4,7m w. 4,5m h.
Wegeunterführung m. Eisenconst. 4,0m w. 4,35m hoch
Gew. Wegeunterführung 5,0m br. 5,5m hoch
Niveauübergang 7m br.
Gew. Wegeunterführung 6,0m w. 5,5m h. m. 2 Plattendurchl. 0,5m w. l.h. 0,6m w. l. breit
Wegeüberführung m. Holzconst. 4,0 breit
Wegeunterführung m. Eisenconst. 4,7m w. 4,5m h.
Gew. Durchlass 1,0m w. 1,5m hoch
Platten-Durchlass 0,6m w. 0,9m hoch
Niveauübergang 7,0m br.
Platten-Durchlass 0,6m w. 0,9m hoch
Gew. Wegeunterführung 5,0m w. 5,5m h.
Gew. Durchlass 3,5m w. 3,10m hoch

325m Steig. 1:150 — 775m hor. — 450m St. 1:500 — 665m hor. — 435m St. 1:150 — 550m hor. — 6020m St.

Bahnhof Zeltingen

238,83 · 262,00 · 262,00 · 262,00 · 262,00 · 262,50 · 262,90 · 262,90 · 262,90 · 263,80 · 265,80 · 265,80 · 265,80 · 267,30 · 272,30 · 277,30 · 282,30 · 287,30 · 292,30

264,87 · 261,74 · 263,88 · 261,75 · 266,83 · 263,62 · 267,14 · 250,20 · 266,29 · 263,61 · 256,26 · 271,21 · 278,24 · 277,52 · 284,68 · 291,30 · 312,93

45 · 50 · 55 · 60 · 65 · 70 · 75 · 80 · 85 · 90 · 95 · 100 · 105

69+39

r den Monat .... 18....

...amme	Maurer-Arbeiten		Oberbau	Zahl der beschäftigten				Bemerkungen
	Aa-Viaduct	Sonstige Bauwerke		Erdarbeiter	Maurer	Sonst. Arbeiter	Pferde	

Verlag v. W. Engelmann, Leipzig.